

***RESULTADOS
DE PESQUISA DA
EMBRAPA SOJA
1998***



comitê de publicações

CLARA BEATRIZ HOFFMANN-CAMPO
presidente

ALEXANDRE JOSÉ CATTELAN
ALEXANDRE LIMA NEPOMUCENO
IVANIA APARECIDA LIBERATTI
LÉO PIRES FERREIRA
NORMAN NEUMAIER
ODILON FERREIRA SARAIVA

tiragem

600 exemplares
Agosto/1999

Embrapa Soja (Londrina, PR). **Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja 1998**. Londrina, 1999. 247p. (Embrapa Soja. Documentos, 125)

1. Soja - Pesquisa - Brasil. 2. Girassol - Pesquisa - Brasil. 3. Trigo - Pesquisa - Brasil. I. Título. II. Série.

CDD 633.0981

© Embrapa 1999
Conforme Lei 5.988 de 14.12.73

APRESENTAÇÃO

Estes Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja, publicação anual, apresentam os trabalhos de pesquisa executados, durante o ano de 1998, no Centro Nacional de Pesquisa de Soja. O seu objetivo é informar aos pesquisadores, aos professores, aos técnicos ligados à extensão rural e à assistência técnica e aos demais interessados, sobre o andamento e sobre os resultados das pesquisas desenvolvidos nesse ano. A publicação apresenta os resultados dos projetos e dos subprojetos coordenados pelos pesquisadores da Embrapa Soja, inseridos nos programas 02 (Conservação e Uso de Recursos Genéticos), 04 (Sistemas de Produção de Grãos), 10 (Colheita/Extração, Pós-Colheita, Transformação e Preservação de Produtos Agrícolas, 12 (Automação Agropecuária) e 13 (Suporte a Programas de Desenvolvimento Rural e Regional).

Os resultados aqui apresentados são, em grande parte, oriundos de pesquisas em andamento e, portanto, não conclusivos. Por essa razão, recomenda-se cautela no seu uso. Estes trabalhos sistematizados na forma de uma publicação visam possibilitar o acompanhamento das pesquisas que estão sendo conduzidas e, assim, buscar maior integração com a comunidade técnico científica nacional.

Paulo Roberto Galerani
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Soja



SUMÁRIO

1	CONTROLE DE NEMATÓIDES FITOPARASITAS ASSOCIADOS À CULTURA DA SOJA	11
1.1	Ecologia e Controle do Nematóide de Cisto da Soja (04.0.98.333-01)	12
1.2	Manejo da Cultura da Soja e do Solo para o Controle do Nematóide de Cisto (04.0.98.333-02)	16
1.3	Levantamento, Identificação e Controle de Nematóides Formadores de Galhas em Soja (04.0.98.333-03)	18
2	CONTROLE INTEGRADO DE DOENÇAS DE SOJA	22
2.1	Seleção de Genótipos de Soja com Resistência às Principais Doenças Fúngicas (04.0.94.325-04)	22
2.2	Avaliação de Perdas em Soja Causadas por Doenças Fúngicas (04.0.94.325-05)	29
2.3	Patologia e Tratamento de Sementes de Soja (04.0.94.325-21)	34
3	CARACTERIZAÇÃO DAS RESPOSTAS DA CULTURA DA SOJA AOS ELEMENTOS DO CLIMA	37
3.1	Respostas da Cultura da Soja à Disponibilidade Hídrica (04.0.94.331-01)	38
3.2	Base Ecofisiológica do Florescimento Tardio Sob Dias Curtos em Soja (04.0.94.331-02)	41
3.3	Modelagem das Respostas da Cultura da Soja ao Ambiente (04.0.94.331-03)	45

4	ASSOCIAÇÕES MICROBIANAS NA NUTRIÇÃO NITROGENADA DA SOJA	49
4.1	Caracterização Genética, Fisiológica e Bioquímica de Estirpes de <i>Bradyrhizobium</i> para a Cultura da Soja de Solos da Região Sul e do Cerrado e com Maior Eficiência de Fixação do Nitrogênio e Capacidade Competitiva (04.0.94.322-02)	51
4.2	Experimentação em Rede Nacional para Recomendação de Estirpes de <i>Bradyrhizobium</i> e Inoculantes (04.0.94.322-03)	53
4.3	Caracterização e Seleção de Genótipos de Soja para a Fixação Biológica do N ₂ e Obtenção de Genótipos mais Responsivos (04.0.94.322-04)	57
4.4	Interação entre Espécies Vegetais e Microrganismos do Solo em Sistemas de Rotação e Sucessão de Culturas em Semeadura Direta ou Preparo Convencional do Solo (04.0.94.322-05)	63
4.5	Efeito Ecológico e Mutagênico do Al e Mn sobre o <i>Bradyrhizobium japonicum</i> e <i>B. elkanii</i> (04.0.94.322-15)	65
4.6	Estudo da Compatibilidade, em Aplicação Conjunta nas Sementes, entre Fungicidas, Micronutrientes e Inoculantes, sobre a Sobrevivência do <i>Bradyrhizobium</i> e a Eficiência de Fixação Biológica do Nitrogênio (04.0.94.322-18)	66
5	BIOLOGIA E MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS DA CULTURA DA SOJA	70
5.1	Impacto do Uso de Herbicidas sobre a Comunidade Infestante e a Cultura da Soja (04.0.94.324-01)	71
5.2	Biologia e Competição de Plantas Infestantes da Cultura da Soja (04.0.94.324-02)	76
5.3	Dinâmica do Estabelecimento de Espécies de Plantas Daninhas (04.0.94.324-05)	80
5.4	Difusão de Tecnologias para o Manejo Integrado de Plantas Daninhas na Cultura da Soja (04.0.94.324-06)	81
5.5	Dinâmica do Estabelecimento de Espécies de Plantas Daninhas (04.0.94.324-05)	83

6	<i>SUBPROJETOS DE PROJETOS EXTERNOS À EMBRAPA SOJA</i>	88
6.1	Zoneamento Agroclimático das Principais Culturas de Grãos no Brasil (04.O.94.065)	88
6.2	Desenvolvimento de Cultivares de Trigo para o Estado do Paraná (04.O.94.341-06)	92
6.3	Avaliação, Adequação e Desenvolvimento de Máquinas e Equipamentos Utilizados na Produção de Grãos (12.O.94.020)	103
7	<i>CONTROLE INTEGRADO DE PRAGAS DA SOJA</i>	108
7.1	Bioecologia e Danos de Percevejos-pragas da Soja (04.O.94.323-01)	109
7.2	Interação Parasitóides e Percevejos na Cultura da Soja (04.O.94.323-03)	118
7.3	Efeito de Inseticidas Sobre Pragas e Inimigos Naturais (04.O.94.323-05)	122
7.4	Epizootiologia de Entomopatógenos e Avaliação de seu Potencial no Controle Biológico de Pragas da Soja (04.O.94.323-06)	124
7.5	Biologia, Ecologia e Controle de Insetos de Hábito Subterrâneo em Soja (04.O.94.323-07)	130
7.6	Interação de Baculovirus e Rutina na Mortalidade de Populações de <i>Anticarsia gemmatalis</i> Suscetíveis e Resistentes ao Vírus de Poliedrose Nuclear (04.O.94.323-17)	134
8	<i>DESENVOLVIMENTO DE GERMOPLASMA E CULTIVARES DE SOJA ADAPTADOS ÀS VÁRIAS REGIÕES ECOLÓGICAS E AOS VÁRIOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO</i>	138
8.1	Desenvolvimento de Germoplasma de Soja Adaptados às Várias Regiões Ecológicas e aos Vários Sistemas de Produção (04.O.94.321-05)	139
8.2	Desenvolvimento de Cultivares e Linhagens de Soja para a Região Centro-Sul do Brasil (04.O.94.321-06)	141
8.3	Desenvolvimento de Germoplasma de Soja com Alta Qualidade Fisiológica de Semente (04.O.94.321-09)	143

8.4	Desenvolvimento de Germoplasma de Soja Resistente a Insetos (04.0.94.321-10)	145
8.5	Cultura de Tecidos de Plantas de Soja (04.0.94.321-14)	148
8.6	Desenvolvimento de Cultivares de Soja para o Estado de Goiás (04.0.94.321-21)	149
8.7	Avaliação de Cultivares e Linhagens de Soja para o Estado de Goiás (04.0.94.321-22)	150
8.8	Desenvolvimento de Cultivares de Soja para o Norte do Cerrado Brasileiro (04.0.94.321-28)	151
8.9	Produção de Semente Genética de Cultivares e Linhagens de Soja para a Região Centro-Sul do Brasil (04.0.94.321-36)	154
8.10	Genética Quantitativa das Características de Interesse do Melhoramento - Previsão e Exploração do Potencial Genético da Soja (04.0.94.321-37)	156
8.11	Desenvolvimento de Cultivares de Soja com Resistência ao Nematóide de Cisto para o Estado de Goiás (04.0.94.321-48)	162

9 MANEJO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DO SOLO PARA A PRODUÇÃO DE SOJA E CULTURAS ASSOCIADAS..... 163

9.1	Manejo da Fertilidade em Latossolo Roxo (04.0.94.326-03)	166
9.2	Manejo dos Resíduos da Colheita, Condicionado por Sistemas de Preparo do Solo (04.0.94.326-04)	168
9.3	Avaliação de Sistemas de Preparo do Solo, Rotação de Culturas e Semeadura da Soja (04.0.94.326-05)	171
9.4	Estudo das Causas da Compactação do Solo e do seu Efeito Sobre a Soja (04.0.94.326-06)	177
9.5	Sistema de Rotação de Espécies Perenes e Anuais para Recuperação Biológica de Latossolos Roxos Eutróficos e Integração Agropecuária, na Região Meridional (04.0.94.326-10)	181
9.6	Rotação de Culturas com a Soja, para a Recuperação Biológica de Latossolos Roxos Distróficos no Planalto Paranaense de Campo Mourão (04.0.94.326-11)	183

9.7	Rotação de Culturas com a Soja, para a Recuperação Biológica de Latossolos Roxos Eutróficos, no Norte do Paraná (04.0.94.326-13)	187
9.8	Validação de Tecnologia em Manejo do Solo (04.0.94.326-15)	190
10	<i>TECNOLOGIA PARA A PRODUÇÃO DE SEMENTE DE SOJA</i>	211
10.1	Metodologia para Seleção de Genótipos de Soja com Semente Resistente ao Dano Mecânico - Relação com o Conteúdo de Lignina (04.0.94.327-01)	213
10.2	Proteínas de Choque Térmico e seus Efeitos Sobre a Qualidade da Semente de Soja (04.0.94.327-02)	217
10.3	Permeabilidade de Membrana de Célula de Semente de Soja (04.0.94.327-03)	222
10.4	Desenvolvimento de Metodologia Alternativa para o Teste de Tetrazólio em Sementes de Soja (04.0.94.327-05)	225
10.5	Metodologia Alternativa para o Teste Padrão de Germinação de Sementes de Soja (04.0.94.327-06)	231
10.6	Embalagem de Sementes de Soja para Armazenamento em Regiões Tropicais e Subtropicais (04.0.94.327-07)	233
10.7	Proteínas Biotinizadas e a Qualidade da Semente de Soja (04.0.94.327-08)	234
11	<i>AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA E PRODUTOS DERIVADOS PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA E ANIMAL</i>	237
11.1	Caracterização Química, Física, Tecnológica e Sensorial de Cultivares de Soja, Provenientes das Diferentes Regiões Produtoras do Brasil (10.0.97.361-01)	237
11.2	Desenvolvimento de Alimentos Tradicionais Formulados com Derivados de Soja Visando Aumento de seu Consumo (10.0.97.361-03)	243
11.3	Difusão de Tecnologia Visando a Utilização da Soja e seus Derivados na Alimentação Humana (10.0.97.361-04)	244
11.4	Caracterização de Cultivares e Linhagens de Soja Quanto à Época de Semeadura (04.0.94.321-13)	245

CONTROLE DE NEMATÓIDES FITOPARASITAS ASSOCIADOS À CULTURA DA SOJA

Nº do Projeto: 04.0.98.333

Líder: Waldir Pereira Dias

Nº de Subprojetos que compõem o Projeto: 04

Unidades Instituições Participantes: Embrapa Soja e Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Muitas espécies de nematóides já foram observados associados a danos na cultura da soja, entretanto as espécies mais importantes são *Heterodera glycines*, o nematóide de cisto da soja (NCS) e os nematóides formadores de galhas, principalmente *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*. O NCS já infesta 1.700.000 ha de soja no Brasil. A sua detecção inicial foi na safra 1991/92 e atualmente está presente em 75 municípios de sete estados brasileiros (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul). O NCS, se não for controlado, dependendo do nível de infestação e das condições edafoclimáticas, pode reduzir 100% do rendimento da soja, sendo o principal problema fitossanitário da soja nos países onde ocorre. No Brasil, já causou grandes prejuízos, tendo sido a causa de mudanças no sistema de produção agrícola nas áreas infestadas do cerrado. Quanto aos nematóides de galha, infestam área superior àquela infestada pelo NCS e também causam grandes perdas na produção da soja.

Para o NCS, este projeto tem como objetivo principal desenvolver tecnologias brandas (sem o uso de produtos químicos) que garantam a produção da soja em áreas infestadas, através das seguintes ações: a) monitoramento das áreas infestadas; b) identificação das raças ocorrentes no Brasil; c) identificação de marcadores moleculares associados a genes de virulência. d) estudo da dinâmica populacional nos sistemas de produção dominantes; e) determinação do nível populacional de dano econômico; f) definição de rotações e sucessões de culturas mais indicadas para as áreas infestadas; g) identificação de possíveis interações com fatores controlados pelo manejo do solo (físico, químico e biológico); h) estudo de agentes de controle biológico; e i) avaliação (em casa-de-vegetação) da reação de linhagens/cultivares de soja às raças dominantes nas diversas regiões produtoras. As ações estão sendo implementadas dentro dos subprojetos 04.0.98.333-01 e 04.0.98.333-02.

Com relação ao nematóide de galha, o projeto tem programadas ações que objetivam também reduzir os danos causados à produção de soja, através, principalmente, da seleção de cultivares resistentes para as diversas regiões produtoras e seleção de fontes de resistência para uso no desenvolvimento de cultivares. As ações estão sendo implementadas dentro do subprojeto 04.0.98.333-03.

O projeto objetiva, ainda, o aprimoramento de técnicas moleculares para o reconhecimento da filogenia de espécies e raças de *Meloidogyne* spp. e *Heterodera glycines*. Essas ações estão sendo implementadas pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, dentro do subprojeto 04.0.98.333-04.

1.1 Ecologia e Controle do Nematóide de Cisto da Soja (04.0.98.333-01)

Waldir Pereira Dias,
Álvaro Manuel Rodrigues Almeida,
Dario Minoru Hiromoto, José Erivaldo Pereira,
Roberto Kazuhiko Zito¹

O nematóide de cisto da soja (NCS), *Heterodera glycines*, detectado no Brasil em 1992, já se encontra disseminado por sete estados, infestando mais de 1.700.000 ha. Entretanto, existem muitas propriedades ainda isentas do patógeno localizadas em municípios considerados infestados. Assim, a prevenção, ainda, deve ser a principal estratégia. A rotação de culturas, no verão, com espécies não hospedeiras é o método que vem possibilitando a produção de soja nas áreas contaminadas. A Embrapa Soja, juntamente com os parceiros da pesquisa estadual e da iniciativa privada, desenvolve um dinâmico programa de melhoramento para resistência ao

NCS. Os primeiros resultados deste trabalho foi o lançamento das cultivares BRSMG Renascença e BRSMG Liderança resistentes à raça 3, para MG, e da cv. BRSMT Pintado resistente às raças 1 e 3, para MT.

Este subprojeto foi iniciado em 1998, com os objetivos de obter informações sobre a distribuição geográfica do NCS no Brasil, monitorar a evolução das raças, identificar marcadores moleculares associados a genes de virulência do NCS, conhecer a dinâmica populacional do patógeno em diferentes ambientes e colaborar no desenvolvimento de cultivares de soja resistentes. Também foi dado ênfase à divulgação do problema, das medidas de prevenção e das formas de controle. As atividades desenvolvidas durante o ano de 1998 foram as seguintes:

1) Levantamento de ocorrência

Foram analisadas pelo Laboratório de Nematologia da Embrapa Soja,

¹ Pesquisador da Epamig.

109 amostras de solo e/ou raízes de soja. A presença do NCS foi registrada em amostras de Goiás (5 de Chapadão do Céu, 1 de Perolândia e 1 de Rio Verde), Mato Grosso do Sul (2 de Chapadão do Sul), Mato Grosso (1 de Campo Novo do Parecis, 5 de Campo Verde, 1 de Deciolândia, 1 de Diamantino, 5 de Primavera do Leste e 2 de Sorriso). A ocorrência do patógeno nesses municípios, exceto em Rio Verde, já era conhecida. Análises realizadas pela ESUCARV, também detectaram o NCS nesse município. A Universidade Federal de Goiás registrou a presença do NCS, pela primeira vez, em Vianópolis (GO) e a EMPAER-MT nos municípios matogrossenses de General Carneiro, Nova Ubiratã, Tapurá e Nova Marilândia. Com essas novas detecções, sobe para 75 o número de municípios infestados no Brasil.

2) Monitoramento de raças

Foram caracterizadas, em 1998, 21 populações do NCS, encontrando-se as seguintes raças: raças 6 e 14 em Jataí e 3 em Rio Verde (Goiás); raças 3, 10 e 14 em Alto Taquari, 14⁺ em Sorriso (Mato Grosso); raças 6 e 4 em Chapadão do Sul e 14 em Alcinópolis (Mato Grosso do Sul); raça 3 em Romaria, Iraí de Minas, Coromandel, Uberaba, Santa Juliana, Uberlândia, Araguari, Monte Carmelo, Presidente Olegário e

Perdizes (Minas Gerais). A raça 14⁺ tem o comportamento da raça 14 tradicional, mas também se multiplica em 'Hartwig'. O novo quadro de distribuição das raças, no país, é o seguinte: Goiás, raças 3, 4, 6, 9 e 14; Mato Grosso, raças 1, 2, 3, 4⁺, 5, 9, 10, 14 e 14⁺; Mato Grosso do Sul, raças 3, 4, 6, 9, 10 e 14; Minas Gerais, São Paulo e Paraná, raça 3; Rio Grande do Sul, raça 6.

3) Identificação de marcadores moleculares associados a genes de virulência do NCS

Uma população pertencente à raça 4 foi inoculada nos genótipos diferenciadores de raças ('Pickett', 'Peking', PI 88788 e PI 90763) e em 'Lee 68'. Cerca de 30 dias após a inoculação, coletaram-se, separadamente, cistos desenvolvidos em cada genótipo. Esses cistos foram esmagados e os ovos inoculados em plantas do mesmo genótipo. O processo de endogamia foi repetido por 10 gerações. Na 8ª geração, as populações selecionadas em cada genótipo foram inoculadas nas diferenciadoras. Verificou-se que todas as populações continuaram se comportando como raça 4. O processo continua e espera-se identificar a variabilidade devida ao método endogâmico. Esta deverá estar associada ao gene de virulência específico para a quebra de resistência de cada genótipo utilizado, com exce-

ção de 'Lee 68', suscetível a todas as raças.

4) Dinâmica populacional do NCS, em semeadura direta e convencional

Os estudos, envolvendo os dois sistemas de semeadura, vem sendo conduzidos em Primavera do Leste (MT), desde novembro/95. As avaliações consistem na quantificação, a cada dois ou três meses, da população de cistos não viáveis, cistos viáveis e de ovos do NCS. Para isso são utilizadas amostras de solo, coletadas de, 0 a 20 cm, com o auxílio de um trado. Até novembro/98, foi utilizado um experimento com cinco blocos, cujos tratamentos consistiam na comparação dos seguintes sistemas, em semeadura direta e convencional: soja em monocultivo, com e sem milho no inverno; soja e milho em anos alternados, com milho no inverno; dois anos de milho seguido de soja, com milho no inverno; e dois anos de pastagem seguido de soja. Em novembro/97, todo o experimento foi semeado com soja. As avaliações, realizadas em janeiro e abril/98, evidenciaram uma clara tendência de populações de cistos e ovos voltarem a crescer, pela presença da soja. No período de maio-outubro/98, não foram realizadas amostragens, pois o experimento estava para ser encerrado. Em novembro/98, como os efeitos do sistema de semeadura sobre a

população do nematóide ainda eram inconsistentes, decidiu-se prorrogar o experimento. Como os efeitos da rotação de cultura sobre o nematóide já eram bastante evidentes, optou-se por semear soja em toda a área. Desse modo, a dinâmica do nematóide passou a ser acompanhada em 25 parcelas com soja, em semeadura direta e 25, em semeadura convencional. No plantio da soja, em novembro/98, existiam, em média, 186,4 e 307,2 ovos/100 ml de solo nas parcelas sob semeadura convencional e direta, respectivamente.

5) Dinâmica do NCS, em solo com dois níveis de saturação por bases

Esse estudo vem sendo conduzido em um experimento cuja finalidade principal é verificar os efeitos da calagem e da aplicação de micronutrientes sobre o controle do NCS, na rotação milho-soja. O experimento foi instalado na Faz. Santa Luzia, em Nova Ponte (MG), no segundo semestre/1998, com os seguintes tratamentos:

Calagem (dois níveis): C1 = sem aplicação de calcário (saturação por bases, média, de 39,27%); C2 = com aplicação de 4 t/ha de calcário com PRNT = 100%).

Adubação com micronutrientes (dois níveis): M1 = sem aplicação; M2 = com aplicação, no solo, dos seguintes micronutrientes: Cu (1,67 kg/ha), Zn

(6,4 kg/ha), B (0,8 kg/ha), Mn (3,3 kg/ha), Co (0,08 kg/há) e Mb (0,3 kg/ha).

Rotação de culturas (de verão):

R1 = monocultura de soja suscetível ao NCS; R2 = rotação milho-soja suscetível, iniciando pelo milho; R3 = rotação milho-soja suscetível, iniciando pela soja; R4 = rotação milho-milho-soja suscetível; R5 = monocultura de soja resistente ao NCS. Em 1998, para uniformizar a população do nematóide, optou-se por semear soja suscetível em todas as parcelas. No próximo inverno, a área será coberta com milheto para que, a partir do segundo ano, o experimento passe a ser conduzido no sistema de semeadura direta. A opção pelo plantio direto é uma tentativa de reduzir a contaminação entre parcelas.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos estão arranjados em parcelas subdivididas; nas parcelas foi avaliado o efeito do calcário e nas subparcelas o efeito dos fatores (micronutrientes e rotação de cultura). As parcelas tinham 15m x 8m e área útil de 8m².

Mensalmente, amostras de solo foram coletadas nas parcelas dos tratamentos C1M1R1, C1M1R2, C1M1R5, C1M2R1, C1M2R2, C1M2R5, C2M1R1, C2M1R2, C2M1R5, C2M2R1, C2M2R2 e C2M2R5 e trazidas para o Laboratório de Nematologia da Embrapa Soja,

onde é determinado o número de juvenis de segundo estágio (j_2), de machos, de cistos e de ovos do NCS. A presença de outros fitonematóides também foi acompanhada. Em 1998, foram realizadas avaliações em novembro e dezembro. Os resultados dessas avaliações mostraram que a população do nematóide, nas parcelas, está bastante uniforme e que ainda não foram detectados efeitos da aplicação de calcário e/ou de micronutrientes. Na avaliação de dezembro, detectou-se redução no número de cistos viáveis e de ovos, assim como, um aumento na população de cistos não viáveis e de j_2 . Machos não foram encontrados em nenhuma das avaliações. Com relação aos outros fitonematóides, *Helicotylenchus dihystrera* foi a espécie mais freqüente.

6) Avaliação da resistência de genótipos de soja ao NCS

Em 1998, cerca de 30 linhagens do Programa de Melhoramento da Embrapa Soja, foram avaliadas, em relação a algumas raças do NCS, em casa-de-vegetação. A cultivar BRSMT Pintado, incluída em alguns desses testes, teve sua resistência à raça 3 confirmada e também apresentou moderada resistência às raças 5 e 14. Adicionalmente, em virtude da recente identificação, no país, da raça 4⁺, foi conduzido um estudo de herança da resistência, como segue: o cruza-

mento ('Hartwig'⁴ X BR 92-31830) X PI 437654, feito inicialmente para estudo de tolerância à deficiência de manganês induzida por pH alto, foi redirecionado para estudo de herança da resistência à raça 4⁺. Inicialmente, foram estudadas plantas F₃ do cruzamento original e as plantas resistentes transplantadas e cruzadas novamente com o genótipo ('Hartwig'⁴ X BR 92-31830). As plantas F₁ foram avançadas, em casa-de-vegetação, e a população F₂ foi novamente avaliada para a raça 4⁺, sendo identificado um gene recessivo para resistência, ligado ao gene "i" que determina semente colorida.



1.2 Manejo da Cultura da Soja e do Solo para o Controle do Nematóide de Cisto (04.0.98.333-02)

Antonio Garcia, Waldir P. Dias, José E. Pereira¹,
Aureo F. Lantmann

A maioria das espécies produtoras de grãos cultivadas no Brasil não é hospedeira do NCS. muitas de interesse econômico para o Brasil. Há, no entanto, necessidade de estudá-las nas condições brasileiras, uma vez que o controle não é devido apenas à espécie utilizada, mas, principalmente,

às condições do meio (solo e clima). Essas condições são diferentes entre locais e sistemas de produção, como tem sido verificado em estudos realizados no exterior e por dados preliminares obtidos pela Embrapa Soja.

Para se estabelecer sistemas de produção estáveis quanto ao controle do NCS, há necessidade de se conhecer a sua dinâmica populacional e o nível populacional de dano econômico à soja, em diferentes ambientes de produção. Além disso, e do uso de cultivares resistentes, é necessário identificar as espécies não hospedeiras mais eficientes na redução da população do nematóide, bem como o intervalo de tempo sem soja necessário para baixar a população abaixo do nível de dano. Estas informações, somadas ao uso de cultivares de soja resistentes, ora em desenvolvimento, permitirão estabilizar a população do NCS abaixo do nível de dano, garantindo a produção econômica da soja em áreas infestadas.

O objetivo deste subprojeto é estabelecer medidas de controle do NCS para as condições brasileiras, através de práticas de manejo da cultura e do solo. Foram programadas, para execução até o ano 2001, as seguintes atividades: três experimentos de rotação de culturas, enfocando principalmente espécies de verão, sendo dois em Tarumã, SP e um em Chapadão do Céu, GO; dois experimentos com

¹ Pesquisador da Epamig

espécies cultivadas no inverno em sucessão à soja, Tarumã, SP, e Chapadão do Sul, MS; um experimento de avaliação do efeito de sistemas de preparo do solo (semeadura direta e convencional), em Primavera do Leste, MT; dois experimentos para avaliar o efeito da calagem e da adubação com micronutrientes no controle do NCS; em Tarumã, Chapadão do Sul e Nova Ponte, MG (este a partir de 1998), uma rede de campos para avaliar o nível populacional de dano, com campos nos estados de Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo e Paraná. A avaliação dos experimentos foi feita com base na população de cistos aparentemente viáveis, determinados em amostras de solo, compostas de 10 a 14 subamostras, coletadas na semeadura e na colheita das culturas. Alguns experimentos vêm sendo executados desde 1994/95, outros iniciados na safra 1996/97, até então constituindo o subprojeto 04.0.94.325-07, o qual foi cancelado em 1997.

Os resultados obtidos até agora mostraram que: a) o nível populacional de dano do NCS é difícil de ser determinado e pode variar de 1 a 5 cistos por 100 cm³ de solo; b) a substituição da soja, em anos alternados, por uma espécie não hospedeira (algodão, arroz, girassol, mamona, milho e mucuna preta) resulta em redução da população de cisto e significativo aumento no rendimento da soja,

comparado ao obtido na monocultura de soja, na maioria dos casos; c) o cultivo de milho, por dois ou três anos consecutivos, proporcionou maior redução na população de cisto e maior rendimento da soja; d) um ano de cultivo de soja, após um ano de espécie não hospedeira, foi suficiente para elevar a população de cistos ao nível de risco para a próxima safra de soja, exigindo a continuação da rotação; ao contrário, após dois ou três anos consecutivos de milho, um ano de soja não elevou a população de cistos, tendo permitido o cultivo da soja por mais um ano; e) o monitoramento da população de cistos e ovos, em área infestada cultivada com cana-de-açúcar nos últimos quatro anos, e os dados obtidos com o cultivo de milho em anos consecutivos, sugerem que, nas condições tropicais e subtropicais do Brasil, a sobrevivência de *H. glycines*, na ausência de plantas hospedeiras, pode ser muito menor que o citado na literatura especializada; f) embora ocorra redução na população de cistos durante o inverno, não se observou vantagem direta do cultivo de diversas espécies não hospedeiras nesse período; g) não se observou efeito do sistema de semeadura (direta e convencional) sobre a população de cistos e ovos, após dois anos, em experimento conduzido em Primavera do Leste, MT. Os dados sobre o efeito da elevação do pH do solo na sobrevivência

do NCS não são até agora muito consistentes, embora tenha sido observado tendência de manutenção de população mais alta em solo com pH acima do nível recomendado, como observado em lavouras de Mato Grosso do Sul e Goiás e no experimento conduzido em Tarumã.



1.3 Levantamento, Identificação e Controle de Nematóides Formadores de Galhas em Soja (04.0.98.333-03)

Waldir Pereira Dias, Antônio Garcia,
José Erivaldo Pereira

Os nematóides formadores de galha, principalmente as espécies *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*, representam sério problema para a produção de soja no Brasil, principalmente no Norte do Rio Grande do Sul, Sudoeste e Norte do Paraná, Sul e Norte de São Paulo e Sul do Triângulo Mineiro. Na região Central do Brasil, vários focos têm sido detectados e o problema está aumentando. Este subprojeto foi iniciado em 1998 com os objetivos de manter os dados atualizados sobre a ocorrência do nematóide de galha em soja no Brasil, avaliar sua importância e desenvolver formas de controle.

1) Levantamento de ocorrência

No Laboratório de Nematologia da Embrapa Soja, foram analisadas 55 amostras de solo e raízes de soja, encaminhadas por produtores de diferentes partes do Brasil. De um modo geral, o levantamento mostrou que *M. javanica* é de ocorrência mais generalizada e que *M. incognita* predomina em áreas do Paraná cultivadas anteriormente com café ou algodão. *M. arenaria* e *M. hapla* foram também encontradas em amostras do Rio Grande do Sul.

2) Avaliação da hospedabilidade de genótipos de milho a *M. javanica*

Das cultivares de soja recomendadas no Brasil, apenas uma minoria apresenta resistência a *M. javanica*, que pode ser perdida na presença de altas populações do parasita. O incremento populacional pode ser evitado pela rotação da soja com plantas não hospedeiras, sendo o milho a cultura mais utilizada. No entanto, existe variação entre as diferentes cultivares de milho, com relação à hospedabilidade a *M. javanica*. Desse modo, antes de incluí-las em sistemas de rotação é importante o conhecimento das suas capacidades de multiplicação do nematóide. Com esse objetivo, 22 cultivares de milho da Cargill Sementes foram inoculadas com 5000

ovos de *M. javanica* e, decorridos 60 dias, para cada material foi calculado um fator de reprodução do nematóide (Tabela 1.1). As cultivares C 333, C 909, C 511A, C 333B, C 701, C 444, C 808, C 805 e C 435 comportaram-se como suscetíveis. As demais, C 811, C 491W, C 645, C 125, C 855, C 929, C 606, C 901, C 806, C 505, C 447, C 141 e C 956, foram resistentes (Tabela 1).

3) Avaliação da Resistência de Genótipos de Soja a *M. javanica* e *M. incognita*

Em novembro/1997, cerca de 130 genótipos de soja dos Programas de Melhoramento Genético da Embrapa Soja e da COODETEC foram semeados em áreas infestadas nos municípios de Guaíra (SP), Rio Verde (GO), Florínea (SP), Marechal Cândido Rondon (PR), Cafelândia (PR) e Londrina (PR). A espécie *M. incognita* foi observada em Guaíra, Florínea, Cafelândia e M. C. Rondon, enquanto em Londrina e Rio Verde observou-se *M. javanica*. O experimento de Cafelândia não chegou a ser avaliado, pois a população do nematóide estava muito baixa. Com relação a *M. javanica*, destacaram-se como resistentes as cultivares CD 203, MG/BR-48 (Garimpo RCH), CD 201,

TABELA 1.1. Fatores de Reprodução (FR) de *Meloidogyne javanica* em Cultivares de Milho. Experimento Conduzido, em Casa-de-Vegetação. Durante o Ano de 1998. Embrapa Soja. 1999. Médias de 10 repetições.

Cultivares	FR*	Cultivares	FR*
C 811	0,10	C 141	0,88
BR 3123**	0,20	C 956	0,97
C 491	0,22	C 333	1,01
C 645	0,37	C 909	1,18
C 125	0,40	C 511-A	1,36
C 855	0,41	C 333-B	1,64
C 929	0,53	C 701	1,72
C 606	0,57	C 444	1,95
C 901	0,64	C 808	2,06
C 806	0,78	C 805	2,54
C 505	0,79	C 435	2,60
C 447	0,79	Tomate***	60,3

*FR = população final de ovos/população inicial de ovos (5000); **padrão de resistência; ***padrão de suscetibilidade.

OCEPAR 4- Iguaçu, IAC-8, MS/BR-19 (Pequi), MG/BR-46 (Conquista) e MT/BR-49 (Pioneira) (Tabela 2). Para *M. incognita*, apresentaram resistência as cultivares BRSMG Liderança, BRSMG Vencedora), CD 202, MG/BR-46 (Conquista), MT/BR-49 (Pioneira), IAC-8, CD 203, MS/BR-19 (Pequi), BRSMG Renascença, OCEPAR 4-Iguaçu e CD 201 (Tabela 1.2). Além das cultivares acima, setenta e duas linhagens apresentaram resistência a *M. javanica* e/ou *M. incognita*.

Em novembro/1998, cerca de 200 genótipos dos Programas de Melhoramento Genético da Embrapa

TABELA 1.2. Notas (0 a 5) para galhas nos sistemas radiculares e reação das cultivares de soja nacionais recomendadas, crescendo em áreas infestadas com *Meloidogyne incognita* ou *M. javanica*, na safra 1997/98. Embrapa Soja. 1999.

Cultivares	<i>Meloidogyne javanica</i> *		<i>Meloidogyne incognita</i> **	
	Nota (0-5)	Reação ¹	Nota	Reação ²
Bragg (padrão resist.)	0,2	R	1,7	R
CD 203	0,5	R	1,8	R
Gordon (padrão resist.)	0,6	R	1,5	R
MG/BR-48 (Garimpo RCH)	0,6	R	3,6	S
CD 201	0,7	R	1,9	R
OCEPAR 4- Iguaçu	0,8	R	1,9	R
IAC-8	1,0	R	1,7	R
MS/BR-19 (Pequi)	1,1	R	1,8	R
MG/BR-46 (Conquista)	1,4	R	1,6	R
MT/BR-49 (Pioneira)	1,4	R	1,6	R
OCEPAR 16	1,7	MR	4,6	S
OCEPAR 17	1,9	MR	3,8	S
Tropical (padrão resist.)	1,9	MR	1,4	R
BRSMG Renascença	2,1	MR	1,8	R
OCEPAR 10	2,1	MR	3,9	S
OCEPAR 14	2,3	MR	4,5	S
Santa Rosa	2,3	MR	4,7	S
BRSMG Segurança	2,4	MR	4,6	S
BRSMG Vencedora	2,5	MR	1,5	R
BR/EMGOPA-314 (G. Branca)	2,6	S	4,2	S
EMGOPA 302	2,6	S	3,6	S
EMGOPA 316 (Rio Verde)	2,7	S	3,5	S
CD 202	2,8	S	1,6	R
BRSMT Pintado	2,8	S	3,1	S
BRSMT Uirapuru	3,2	S	3,9	S
EMGOPA 313 (Anhanguera)	3,3	S	3,8	S
OCEPAR 13	3,4	S	4,4	S
BR-16 (padrão suscetível)	3,7	S	4,2	S
BRSMG Confiança	3,7	S	3,7	S
BRSMG Liderança	4,1	S	0,8	R
EMGOPA 315 (Rio Vermelho)	4,3	S	4,3	S

* Média de dois locais (Londrina- PR e Rio Verde- GO).

** Média de três locais (Florínea- SP, Guaira- SP e Marechal Cândido Rondon- PR).

¹ R = resistente (nota <= 1,4); MR = moderadamente resistente (nota de 1,5 a 2,5); S = suscetível (nota >= 2,6).

² R = resistente (nota < 2); MR = moderadamente resistente (nota de 2 a 3); S = suscetível (nota > 3).

Soja e da COODETEC foram semeados, em áreas infestadas nos municípios de Guaíra (SP), Jataí (GO), Florínea (SP), Marechal Cândido Rondon (PR), Cândido Godói (RS), Campo Novo do Parecis (MT), Planaltina (DF) e Londrina (PR). Os resultados desses experimentos serão apresentados na próxima publicação dessa Série.

4) Avaliação da hospedabilidade de genótipos de algodão a *M. incognita*, raça 3

Em algumas regiões do Cerrado Brasileiro, principalmente naquelas em que o cultivo do milho não tem se mostrado economicamente viável, o algodão vem sendo largamente utilizado como alternativa para rotacionar com a soja. Possivelmente, os problemas com *M. incognita*, em soja, aumentarão na região, haja visto que o algodoeiro não multiplica *M. javanica*, mas é hospedeiro de *M. incognita*, raças 3 e 4. Isso pode ser evitado se forem cultivadas apenas variedades de algodão resistentes. O conhecimento

dos níveis de resistência das principais variedades e das linhagens em fase de lançamento é fundamental. Dentro desse propósito, 28 linhagens do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Algodão/Fundação MT e as cultivares Coodetec 401 e IAC-22, incluídas como testemunhas de suscetibilidade e resistência, respectivamente, foram inoculadas com *M. incognita*, raça 3. As reações dos materiais, designadas pela escala de Taylor & Sasser (1978), foram as seguintes: MT96-1029, MT96-1150, MT96-156, MT93-252 e a cv. Coodetec 401 comportaram-se como altamente suscetíveis; CNPA95-238, MT96-1326, MT96-148, MT96-67, MT96-1642, MT96-268, MT96-277, MT96-283, MT96-835, MT96-122, MT96-1862, CNPA95-245, MT96-229, MT96-86, MT96-169, MT96-94, CNPA95-247, MT96-144, MT96-2150 e MT96-227 ficaram no grupo das suscetíveis; MT96-1202, MT96-1395, MT96-62, MT96-1238 e a cv. IAC-22 foram moderadamente resistentes.



2

CONTROLE INTEGRADO DE DOENÇAS DE SOJA**Nº do Projeto:** 04.0.94.325**Líder:** José Tadashi Yorinori**Nº de Subprojetos que compõem o Projeto:** 03**Unidades Instituições Participantes:** Embrapa Soja

As informações apresentadas neste relatório referem-se aos resultados das pesquisas sobre doenças causadas por fungos, envolvendo distribuição geográfica, níveis de danos e perdas, resistência genética, variabilidade patogênica e controle através de manejo integrado, tratamento de sementes e aplicação foliar de fungicidas. Os resultados práticos obtidos pelas pesquisas desenvolvidas neste Projeto foram incorporados nas "Recomendações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e Santa Catarina - 1998/99", "Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 1998/99" e "Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil 1998/99".

2.1 Seleção de Genótipos de Soja com Resistência às Principais Doenças Fúngicas (04.0.94.325-04)

José T. Yorinori, Romeu A.S. Kiihl, Leones Alves de Almeida, Dário M. Hiromoto, Flávia L.B. Roim¹, Luiza H. Klingelfuss², Álvaro M.R. de Almeida, Denise Silva³, Maria de Menezes³

Em 1998, foram realizadas inoculações em casa-de-vegetação para a avaliação de reação de linhagens e cultivares de soja ao cancro da haste (*Phomopsis phaseoli* f. sp. *meridionalis*

/ *Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis*), mancha "olho-de-rã" (*Cercospora sojina*), mancha alvo (*Corynespora cassiicola*) e podridão vermelha da raiz (PVR) (*Fusarium solani* f. sp. *glycines*) e avaliações de oídio (*Microsphaera diffusa*), mancha alvo, míldio (*Peronospora manchurica*) e PVR a campo, em diversas localidades.

2.1.1 Avaliação da reação de linhagens e cultivares de soja ao cancro da haste

No período de janeiro a dezembro de 1998, foram testadas em casa-de-vegetação, pelo método do palito

¹ Depto. de Agronomia, UNESP/Jaboticabal, SP;

² Departamento de Agronomia, UEL, Londrina, PR;

³ Instituto de Micologia, Univ. Federal de Pernambuco, Recife, PE.

de dente, 11.376 linhagens e cultivares. Na Tabela 2.1, estão apresentadas as instituições que enviaram os genótipos para teste e o número de genótipos discriminados de acordo com as reações apresentadas. Pelos resultados, nota-se que os diferentes programas de melhoramento de soja estão com a maioria das linhagens (74,20%) resistentes a moderadamente resistentes ao cancro da haste. Apenas 25,8% estão apresentando reação de suscetibilidade. O programa que menos evoluiu no desenvolvimento de cultivares resistentes ao cancro da haste foi a FEPAGRO, do Rio Grande do Sul, com 27,6% de linhagens resistentes a moderadamente resistentes (R/MR) e 72,4% suscetíveis (S) a altamente suscetíveis (AS).

2.1.2. Avaliação da reação de linhagens e cultivares de soja à mancha "olho-de-rã"

Em 1998, foram testadas 1.409 linhagens e cultivares, que haviam sido previamente testadas e se mostraram resistentes ao cancro da haste. As instituições envolvidas foram COODETEC, Embrapa Soja, Embrapa Soja/Balsas/Embrapa Soja/Vilhena, Embrapa Soja/FUNAP/EPAMIG, Embrapa Soja/Fundação MT, INDUSEM, Sementes Dois Marcos e Sementes Mauá (com cultivares comerciais). Desse total de cultivares testadas (Tabela 2.2), 1.292 (91,7%) foram resistentes, 91 (6,5%) mostraram reação intermediária e 26 (1,8%) foram suscetíveis.

TABELA 2.1. Número de linhagens e cultivares de diferentes instituições testadas para reação ao cancro da haste, pelo método do palito-de-dente, e discriminação das reações apresentadas. Embrapa Soja, Londrina, 1998.

Instituição	Reação/nº de linhagens e cultivares					Total
	R	MR	MS	S	AS	
COODETEC	51	1	1	4	8	65
Coop. Pedrinhas Paulista, SP	24	0	0	6	10	40
Embrapa Cerrados (CPAC)	10	0	5	7	9	31
Embrapa Agropecuária Oeste	11	0	0	4	0	15
Embrapa Soja/ Balsas (CNPSo)	65	8	9	1	3	86
Embrapa Soja/Londrina	986	183	208	301	313	1.991
Embrapa Trigo (CNPt)	0	0	1	1	0	2
Embrapa Vilhena (RO)	84	13	8	1	1	107
FEPAGRO (Júlio de Cast.,RS)	80	8	11	39	181	319
FUNAP/EPAMIG/CNPSo	864	76	83	69	69	1.161
Fundação Goiás	1.398	221	259	340	381	2.599
Fundação MT/CNPSo	4.157	278	121	219	185	4.960
Total	7.730	788	706	992	1.160	11.376
% do Total	67,95	6,93	6,21	8,72	10,20	

TABELA 2.2. Número de linhagens e cultivares de diferentes instituições testadas para reação à mancha “olho-de-rã” e mancha alva, em casa-de-vegetação e discriminação das reações apresentadas. Embrapa Soja, Londrina, 1998.

Instituição	Reação/nº de linhagens e cultivares							
	Mancha “olho-de-rã” ^{1/}				Mancha alva ^{2/}			
	R	I	S	Total	R	MR	S	Total
COODETEC	30	0	0	30	1	6	8	5
Embrapa Soja/Balsas (CNPSo)	86	0	0	86				
Embrapa Trigo (CNPt)	41	0	0	41	11	14	14	39
Embrapa Vilhena (RO)	108	0	0	108				
FUNAP/EPAMIG/CNPSo	978	90	24	1.092	430	136	31	97
INDUSEM	18	1	1	20				
Fundação MT/CNPSo	26	0	0	26	0	18	0	8
Sementes Dois Marcos (DM)	3	0	1	4				
Sementes Mauá	2	0	0	2	0	0	2	2
Total	1.292	91	26	1.409	441	174	55	670
% do Total	91,7	6,5	1,8		65,8	26,0	8,2	

^{1/}Raças de *C. soja* utilizadas na inoculação: Cs-4 (PR-8-85), Cs-4 (MS-2-88), Cs-7 (MA-1-88), Cs-17 (MG-1-88), Cs-15 (MT-13-89) e 23/96 (Cs-23).

Reação: R = Resistente [nível de infecção (NI) no folíolo central do trifólio mais infectado na planta avaliada]: NI = 0 - 2; I = Intermediário: NI = 3; S = Suscetível: NI = 4.

^{2/}Reação ao isolado de no. 10/86 de *Corynespora cassiicola*, obtido da cultivar FT-Estrela, em Pitanga, PR, em março de 1986.

Reação: Escala de severidade de 0 = sem sintoma a 5 = mais de 75% de área foliar infectada (a.f.i.), do folíolo central do trifólio mais infectado na planta avaliada. R = Resistente: NI = 0-2: 0-25% a.f.i.; MR = Moderadamente resistente: NI = > 2 a 3: 26% – 50% a.f.i. e S = Suscetível: NI = > 3 a 4: > 50% a.f.i.

Atualmente, todos os programas de melhoramento estão trabalhando no sentido de introduzir resistência à mancha “olho-de-rã” nas cultivares em desenvolvimento.

2.1.3. Avaliação da reação de linhagens e cultivares de soja à mancha alva

Em 1998, foi avaliada a reação de 670 linhagens e cultivares de soja para mancha alva, após terem sido

previamente testadas para reação ao cancro da haste.

As instituições envolvidas foram COODETEC, Embrapa Soja, Embrapa Soja/Balsas/Embrapa Soja/Vilhena, Embrapa Soja/FUNAP/EPAMIG, Embrapa Soja/Fundação MT, INDUSEM, Sementes Dois Marcos e Sementes Mauá (com cultivares comerciais).

Dentre os 670 materiais avaliados, 441 (65,85%) linhagens foram resistentes, 174 (26%) foram modera-

damente resistentes e 55 (8,2%) mostraram-se suscetíveis. Pelo que se observa, a maioria dos materiais testados foi resistente (R) a moderadamente resistente (MR) à mancha alvo.

Com base nos resultados obtidos, as seguintes cultivares foram recomendadas para a safra 1998/99: MG/BRS-66 (Liderança), MG/BRS-68 (Vencedora), BRS-158 (Milena), BRS-162 (Carla), BRS-60 (Celeste), GO/BRS-162 (Bela Vista), GO/BRS-163 (Jataí), GO/BRS-161 (Catalão), MT/BRS-159 (Crixás), GO/BRS-160 (Goiatuba), BRS-155, (BRS-156), BRS-157, MA/BR-65 (Sambaíba) (MA/BR92-3640), MA/BR-64 (Parnaíba) (BR92-2861), MA/BRS-165 (Seridó RCH)(BR96-4909), (MA/BRS-164 (Pati) (MA/BR96-151), MS/BRS-169 (Bacuri) (BRH92-13833), MS/BRS-170 (Taquari) (BRE 91-816), MS/BRS-173 (Piraputanga) (MS91-9412), MS/BRS-167 (Carandá) (EHBR 90-2280), MS/BRS-172 (Tuiuiú), MS/BRS-171 (Campo Grande) (BRE 90-5792), MS/BRS-166 (Apaíari) (BRP 91-11233), MS/BRS-168 (Piapara) (BRH 92-14966).

2.1.4. Novas raças de *Cercospora sojina* em soja

A mancha “olho-de-rã” da soja, causada pelo fungo *Cercospora sojina*, foi responsável por grandes perdas de soja no Brasil. Atualmente, está sob controle com resistência genética e

sua ocorrência está limitada ao Sul do Maranhão (Balsas) e Norte de Goiás (Niquelândia).

C. sojina apresenta grande variabilidade patogênica. Entre os estudos de raças realizados por outros pesquisadores, mais de 23 raças foram identificadas no Brasil. Porém, em virtude do uso de diferentes cultivares diferenciadoras, torna-se difícil a comparação de raças entre as pesquisas realizadas. Essa variabilidade do fungo indica que novas epidemias podem ocorrer.

O presente trabalho teve como objetivo determinar a(s) raça(s) de quatro isolados de *C. sojina*, obtidos de plantas infectadas em parcelas experimentais das cultivares BR-28 (Seridó)(isolado 22/98) e Cariri RCH (24/98), na região de Balsas, Maranhão, e de duas linhagens transgênicas (“Roundup Ready - RR”) Pioneer-Novartis, da estação experimental da Novartis, em Bay, Arkansas (EUA) (102/97 e 103/97). Os isolados foram multiplicados em meio de V-8 e inoculados nas cultivares diferenciadoras de raças, 25 dias após a emergência em vaso, em casa-de-vegetação. A concentração de inóculo foi de 10^4 conídios/ml. As avaliações foram feitas 15 dias após a inoculação, considerando a severidade ou níveis de infecção (NI) (escala de 0 = ausência de sintomas a 5 = mais de 75% da área foliar infectada) e na variação do tipo (diâ-

metro) predominante das lesões (1-5mm) (TL), no folíolo central do trifólio mais infectado em 10 plantas. A distinção entre as reações foi baseada no seguinte critério: R = resistente: NI = 0 a 2 e TL = 1-2mm; I = intermediária: NI = 3 e TL = 1-3mm, e S = suscetível: NI = 4-5 e TL = 2-5mm.

Os resultados apresentados na Tabela 2.3 mostram que os quatro isolados de *C. sojina* são diferentes das raças Cs-4, Cs-15 e Cs-23. Quando os quatro isolados foram comparados com as reações das 23 raças identificadas anteriormente, apenas o isolado 103/97 apresentou a mesma reação da raça Cs-7 e os isolados 22/98, 24/98 e 102/97 foram distinguidos como tres novas raças de *C. sojina* e designados, respectivamente, como raças **Cs-24**, **Cs-25** e **Cs-26**. A raça Cs-26, obtida de uma linhagens de soja brasileira, transformada nos Estados Unidos, caso seja introduzida no Brasil, através de semente contaminada, poderá causar sérios danos à soja brasileira.

2.1.5. Identificação e patogenicidade de isolados de *Fusarium* obtidos de raízes de plantas de soja com sintoma de podridão vermelha da raiz (PVR) e outros sintomas de podridões radiculares

Ao longo dos estudos para identificar a causa da podridão vermelha da raiz, diversos isolados de

Fusarium foram obtidos, apresentando diferentes características morfológicas. De cada isolado, foram feitas culturas monospóricas e estas enviadas para a pesquisadora Dra. Maria Menezes, do Instituto de Micologia, da Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Além da identificação por suas características morfológicas, cada isolado foi submetido ao teste de patogenicidade.

Dentre os 18 isolados de *Fusarium* obtidos de podridões radiculares de soja, 13 foram identificados como *Fusarium solani*, dos quais, sete estavam associados com sintoma de PVR. As outras espécies de *Fusarium* foram *F. equiseti*, *F. moniliforme* e *F. oxysporum*.

Os testes de patogenicidade foram realizados com a inoculação de plântulas de soja (cv. FT-Estrela), em casa-de-vegetação, utilizando dois métodos de inoculação: o método do palito de dente colonizado com o fungo, com inoculação das plântulas em vaso, com 10 dias da semeadura, e o método de inoculação no solo, com aplicação do inóculo produzido em semente de sorgo colonizado. O método da inoculação no solo apresentou escurecimento do sistema radicular em todas as plantas porém, não houve o desenvolvimento do sintoma na parte aérea. A inoculação pelo método do palito de dente resultou na reprodução do sintoma de PVR somente com os isolados SDS-1, SDS-

TABELA 2.3. Comparação da patogenicidade de novos isolados de *C. soja* obtidos dos Estados Unidos (102/97 e 103/97) e de Balsas (MA) (22/98 e 24/98), com as raças Cs-4 (MS-2-88), Cs-15 (MT-13-89) e Cs-23 (GO-10-96), através de inoculações nas cultivares diferenciadoras, em casa-de-vegetação. Embrapa Soja, Londrina. 1998.

Cultivar diferenciadora	Raça de <i>C. soja</i> /reação das cultivares diferenciadoras						
	Cs-4 ^{1/}	Cs-15 ^{2/}	Cs-23 ^{3/}	22/98 ^{4/}	24/98 ^{5/}	102/97 ^{6/}	103/97 ^{7/}
Bienville	R	S	S	S	R	S	S
Bragg	S	S	S	S	S	S	S
BR-27 (Cariri)	R	R	S	R	R*	R	R
Clark	S	S	S	R	R	S	R
Davis	R	R	R	R	R	R	R
Doko	S	S	S	^{8/}	—	—	—
Doko RC	R	R	R	—	—	—	—
Hill	S	S	R	S	S	S	R
Hood	S	S	S	R	R	S	S
Lee	—	—	—	S	S	S	R
Roanoke	S	S	S	S	R	S	R
Tanner	R	S	S	R	R	R	S
Santa Rosa	R	S	R	S	S	R	R
E-33 Cariri RC	—	—	—	R	R	R	R
BR-16	—	—	—	R	R	R	R
Cariri-RCH	—	—	—	I**	S (?)	R	R
FT-Cristalina	—	—	—	R	R	R	R
FT-Estrela	—	—	—	R	R	R	R
Paraná	—	—	—	R (I)	R	I	R
BR-28 (Seridó)	—	—	—	S	R***	I****	R
Seridó (RCH)	—	—	—	S	S	R	R

^{1/}Raça Cs-23: cv. Doko (como Doko-RC), Niquelândia (Faz. A.J. Moreno), Goiás, março/96.

^{2/}Raça Cs-4: cv. EMGOPA-301, área exp.Faz. Sementes Grimm, em São Gabriel D'Oeste, Mato Grosso do Sul, em março de 1985.

^{3/}Raça Cs-15: cv. BR-27 (Cariri), Faz. ITA-Norte, Campo Novo dos Parecis, MT, março/88.

^{4/}Isolado 22/98, obtido em 15.03.98, cv. BR-28 (Seridó), Faz. Santa Filomena, Piauí, por Maurício C.Meyer, Embrapa Soja/Balsas, MA.

^{5/}Isolado 24/98. Obtido da cultivar Cariri-RCH, Faz. Mario Oguido, Balsas, MA., 15.03.98.

^{6/}Isolado 102/97: obtido da E.E. da Novartis, em Bay, Arkansas, EUA, em 7.10.1997.

^{7/}Isolado 103/97: obtido da linhagem PIONEER, E.E. Novartis, Bay, Arkansas, 7.10.1997.

^{8/}- Não testadas.

* BR-27 (Cariri): isolado 24/98: NI = 1-2; TL = 1-5

** Cariri (RCH): isolado 22/98: NI = 2-3; TL = 1-4

*** BR-28 (Seridó): isolado 24/98: poucas lesões grandes: NI = 1-2; T-L = 1-5

**** BR-28 (Seridó): isolado 102/97: NI = 3; T-L = 1-2.

2 e SDS-5 (Tabela 2.4). Os demais isolados de *Fusarium* não foram patogênicos à soja e sua associação com as raízes de plantas com sintoma de PVR deve ter sido saprofítica.

2.1.6. Reação de cultivares de soja à *Corynespora cassiicola* e variabilidade de isolados do fungo da mancha alvo e podridão de raiz

Nos últimos três anos (1996-98), a mancha alvo e a podridão de raiz da soja, causadas por *Corynespora*

cassiicola, passaram de insignificantes a doenças capazes de causar grandes prejuízos. Levantamentos em lavouras e estudos de fungicidas mostraram que, nas safras 1996/97 e 1997/98, as perdas somaram, respectivamente, 50.000t (US\$14 milhões) e 125.000t (US\$36 milhões). Com os objetivos de avaliar a reação das cultivares de soja à mancha foliar e a variabilidade de isolados de folhas (45/96 e 48/96) e de raízes (82/92, 105/92, 47/96, 51/96), foram realizadas inoculações em

TABELA 2.4. Patogenicidade de isolados de *Fusarium*, obtidos de raízes de soja com sintomas de podridão radicular, de diferentes regiões de cultivo de soja. Embrapa Soja, Londrina, 1998.

Isolado nº	Origem		Espécies de <i>Fusarium</i>	Patogenicidade ^{1/}			
	Local	Soja/Cv.		PT	NE	CL	% PM
29/91 C (PVR)	Luziânia, GO		<i>F. solani</i>	60	0	0	0
31/91	Canarana, MT		<i>F. solani</i>	60	0	0	0
81/92 A (PVR)	Ponta Grossa, PR	FT-Estrela	<i>F. solani</i>	60	0	0	0
48/94 (PVR)	São Gotardo, MG	EMG. 306	<i>F. solani</i>	60	0	0	0
51/94	São Gotardo, MG		<i>F. solani</i>	60	0	0	0
3/96	Congoninhas, PR	BR-4	<i>F. dimerum</i>	60	0	0	0
13/96 (PVR)	Ponta Grossa, PR	OCEP. 16	<i>F. oxysporum</i>	60	0	0	0
88/97 (PVR)	Passo Fundo, RS	BR-16	<i>F. moniliforme</i>	60	0	0	0
SDS-1 (PVR)	Brasília, DF		<i>F. solani</i> f.sp. <i>glycines</i>	60	60	0	100
SDS-2 (PVR)	Brasília, DF		<i>F. solani</i> f.sp. <i>glycines</i>	60	59	1	99,2
SDS-3 (PVR)	Brasília, DF		<i>F. solani</i> f.sp. <i>glycines</i>	60	0	0	0
SDS-5 (PVR)	Brasília, DF		<i>F. solani</i> f.sp. <i>glycines</i>	60	60	0	100
125 (57/97)	Londrina, PR		<i>F. solani</i>	60	0	0	0
126 (52/97)	Campo Mourão, PR		<i>F. solani</i>	60	0	0	0
127 (60/97)	Campo Mourão, PR		<i>F. solani</i>	60	0	0	0
129 (67/97)	Vitorino, PR		<i>F. equiseti</i>	60	0	0	0
130 (69/97)	Mamborê, PR		<i>F. oxysporum</i>	60	0	0	0
131 (72/97)	Maringá, PR		<i>f. solani</i>	60	0	0	0

^{1/} Patogenicidade: inoculação feita pelo método do palito de dente colonizado com o fungo.

PT = total de plântulas inoculadas; NE = número de plântulas com sintoma de necrose entre as nervuras da folha (folha "carijó"); CL = número de plântulas com apenas clorose entre as nervuras da folha, e %PM = % de plântulas mortas (com necrose entre as nervuras; cada plântula com CL foi considerada equivalente a ½ NE).

casa-de-vegetação e a campo (isolado 48/96) em 152 cultivares e observadas as características de colônias e de esporulação em meios de BDA e V-8. Nenhuma cultivar foi imune, porém, as seguintes apresentaram reações que variaram de resistentes a moderadamente resistentes: Bragg, BR-9 (Savana), BR-11 (Carajás), BR-15 (Mato Grosso), BR-24, BR-35 (Rio Balsas), Campos Gerais, CEP-16 (Timbó), CEP-26 (Umbú), Davis, Dourados, EMBRAPA-25, EMBRAPA-30 (Vale do Rio Doce), EMGOPA-308 (Serra Dourada), FT-4, FT-5 (Formosa), FT-7 (Tarobá), FT-9 (Inaê), FT-14 (Piracema), FT-18 (Xavante), FT-20 (Jaú), FT-Cristal, FT-Canarana, FT-Cometa, FT-Guaira, FT-Jatobá, FT-Manacá, FT-Saray, Invicta, MG\BR-42 (Kage), MS\BR-17 (São Gabriel), MS\BR-21 (Buriti), MS\BR-34 (EMPAER-10), MS\BR-47 (Canário), Nova IAC-7, Nobre, OCEPAR 3= Primavera, RS-6 (Guassupí), RS-7 (Jacuí), Santa Rosa e São Carlos.

Os isolados de folhas não esporularam em BDA ou V-8 e apresentaram pigmentação vermelha intensa nos substratos. Os de raízes esporularam sem apresentar pigmentação, exceto o 51/96 que apresentou colônias com pigmentação sem esporos e sem pigmentação com esporos. Tanto os isolados obtidos de manchas foliares como de podridão de raiz infectaram a cv. FT-Estrela,

apresentando lesões típicas de mancha alvo.



2.2 Avaliação de Perdas em Soja Causadas por Doenças Fúngicas (04.0.94.325-05)

José T. Yorinori, Ademir A. Henning, Rogério Bonini de O. Garrido¹, Luiza H. Klingelfuss²

Durante a safra 1997/98, foram realizados levantamentos de doenças de soja com visitas a lavouras do Maranhão ao Rio Grande do Sul. Em cada lavoura, foram anotadas as doenças presentes e estimadas as possíveis perdas, relacionando os níveis de severidade com os estádios da soja avaliada. Foram também avaliadas a eficiência de fungicidas no controle de oídio e doenças de final de ciclo e o impacto dessas doenças sobre o rendimento.

As principais doenças observadas foram a) doenças de final de ciclo (mancha parda ou septoriose e crestamento foliar de *Cercospora*, ao nível nacional; b) oídio, na Região Sul e regiões altas do Brasil Central; c) podridão vermelha da raiz, envolvendo 61 municípios nos seguintes estados:

¹ Bolsista Embrapa Soja (atualmente na UNESP/Jaboticabal, SP); Depto. de Agronomia;

² UEL, Londrina, PR.

BA (20), DF, GO (10), MG (16), MT (5), MS (3), PR (17), RS (6) e SC (2); d) mela, nos estados do Maranhão (Balsas e Tasso Fragoso), Piauí (Urussuí), Mato Grosso (Sapesal, Nova Mutum, Lucas do Rio Verde e Sorriso) e Tocantins (Pedro Afonso); e) mildio, de ocorrência generalizada, atingindo o maior nível de danos já observado e com possíveis perdas nos estados do MT, GO, MR, SP e PR; f) mancha alva, no Sul do Paraná e nas regiões altas dos Cerrados, exigindo a aplicação de fungicidas nas áreas mais afetadas de Mato Grosso; g) mofo branco ou podridão de *Sclerotinia* no Sul do PR, SC e RS; h) podridão de carvão ou *Macrophomina*, na maioria dos estados onde houve algum período de estiaagem, sendo uma das mais importantes na safra 97/98; h) a seca da haste e vagem, junto com a deterioração de semente por *Phomopsis*, causaram grandes perdas na fase de colheita; i) o cancro da haste ainda apresentou ocorrência generalizada, porém, apresentou níveis de danos restritos, exceto na região de Santa Rosa, RS, onde ainda é usada cultivar Bragg por ser tolerante ao nematóide de galha, predominante na região. Além dessas doenças, houve dano significativo pelo calor excessivo durante a safra. No início, houve o efeito da escaldadura, reduzindo o estande em diversas localidades, principalmente nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Mato

Grosso. No final da safra, foi observada severa ocorrência de podridão de carvão por *Macrophomina*, resultando em “colapso” das plantas antes da maturação fisiológica.

Foram também observadas maiores incidências de doenças como a mancha foliar de *Ascochyta*, nas regiões altas dos Cerrados, em Mato Grosso e Minas Gerais e mancha foliar de *Mirothecium*, nas regiões de Rondonópolis, MT e no Maranhão e Piauí. Essas doenças eram de ocorrência esporádica e parecem estar aumentando a cada ano, exigindo constante atenção.

Ao nível nacional, as perdas causadas por doenças foram estimadas em 5.828.754 t ou o equivalente a US\$1.283.035.036,00 (US\$220,00/t).

2.2.1. Ocorrência da podridão vermelha da raiz (SDS) (*Fusarium solani* f. sp. *glycines*) e sua importância econômica

A podridão vermelha da raiz da soja (PVR) ou síndrome da morte súbita (“sudden death syndrome”-SDS), causada pelo fungo *Fusarium solani* f.sp. *glycines* é um dos principais problemas da soja. Pela dificuldade de seu controle, atualmente é considerada a doença fúngica mais importante da soja no Brasil.

Anualmente, têm sido realizados levantamentos de ocorrências e estimativas de perdas associando a

severidade com o estágio de desenvolvimento das plantas. Em cada lavoura com PVR foram arrancadas, ao acaso, três a cinco amostras de 10 plantas (**TP**) e cada planta examinada foi separada em três categorias, de acordo com o nível de PVR: **S** = plantas saudas; **PI** = necrose inicial a 50 % das raízes, sem aparente comprometimento da produção, e **PM** = plantas mortas ou com mais de 50% das raízes com necrose e com comprometimento da produção. Cada planta **PI** equivale a meia planta **PM**. A severidade da PVR foi determinada e expressa em percentagem de plantas mortas (**%PM**), pela fórmula: **%PM** = $(PM + PI/2)100/TP$.

Até a safra 1997/98, a PVR foi constatada nos seguintes estados e municípios: **BA**: Correntina e São Desidério; **DF**; **GO**: Alto Araguaia, Catalão, Chapadão do Céu, Cristalina, Formosa, Jataí, Luziânia, Mineiros, Planaltina e Rio Verde; **MG**: Araxá, Buritis, Coromandel, Iraí de Minas, João Pinheiro, Monte Carmelo, Nova Ponte, Parnaíba, Patos de Minas, Patrocínio, Presidente Olegário, Santa Juliana, São Gotardo, Unaí, Uberaba e Uberlândia; **MT**: Alto Taquari, Campo Novo dos Parecís, Pedra Preta, Rondonópolis e Tangará da Serra; **MS**: Águas Claras, Chapadão do Sul e Costa Rica; **PR**: Apucarana, Arapoti, Caloré, Campo Mourão, Castro, Guarapuava, Iratí, Laranjeiras do Sul,

Londrina, Mariópolis, Palmeira, Pato Branco, Ponta Grossa, Ortigueira, Rolândia, Tibagi e Ventania; **RS**: Carazinho, Cruz Alta, Erechim, Ijuí, Passo Fundo e Santo Ângelo e **SC**: Campo Erê e Campos Novos.

As perdas por PVR na safra 1997/98 foram estimadas em 200.000 t (US\$44,0 milhões, a US\$220,00/t).

2.2.2. Avaliação de fungicidas no controle de oídio e de doenças de final de ciclo e impactos sobre o rendimento da soja

Na safra 1997/98, foram realizados experimentos com fungicidas na área experimental da Embrapa Soja, com a finalidade de avaliar a eficiência de novos princípios ativos no controle de oídio e doenças de final de ciclo e para determinação do impacto dessas doenças sobre o rendimento da soja. As cultivares utilizadas foram a BR-16, altamente suscetível, BR-37, moderadamente resistente e EMBRAPA-48, suscetível ao oídio, com a finalidade de avaliar o impacto do oídio e das doenças de final de ciclo. As aplicações foram feitas com pulverizador costal à base de CO₂, pressão de 64 libras e vazão de 250 litros/ha.

Os fungicidas (princípios ativos) avaliados foram: benomil (Benlate, como padrão), difenoconazole (Score), mistura de difenoconazole + propiconazole (Taspa), NOV 936 e azoxystrobin (Amistar).

Apesar de altamente suscetível ao oídio, a doença não atingiu o nível de severidade preconizado (40-50% de área foliar infectada) para a aplicação de fungicida antes da fase de granação. Dessa forma, a aplicação foi feita nos estádios R5.3 e R5.5, visando o controle conjunto do oídio e das doenças de final de ciclo (mancha parda e crestamento foliar de *Cercopsora*). Os resultados estão apresentados na Tabela 2.5.

Cv. BR-16: Os dados apresentados na Tabela 2.5 mostram que

houve grande variação nos resultados com o mesmo fungicida, como consequência da irregularidade da área experimental. O controle conjunto do oídio e das doenças de final de ciclo proporcionou diferença máxima de rendimento em relação à testemunha de 485,95 kg/ha na cultivar BR-16, com a mistura de fungicida difenocnazole + propiconazole, na dosagem de 200g i.a./ha, aplicado no estádio R5.3. Apenas essa mistura e o produto em fase de teste NOV 936 diferiram da testemunha, este com rendimento

TABELA 2.5. Efeito de fungicidas pulverizados no controle de oídio e doenças de final de ciclo nas cvs. de soja BR-16, BR-37 e EMBRAPA-48, nos estádios de desenvolvimento R5.3 e R5.5. Safra 1997/98. Embrapa Soja, em Londrina, PR.

Fungicida	g i.a./ha	Estádio	BR-16	BR-37	BEM.-48	Média	Difer. da Test. ¹
Azoxystrobin	240	R5.3	3043,92 ab ²	3958,00 a	4169,50 ab	3723,80	451,09
Azoxystrobin	240	R5.5	2940,50 ab	4001,69 a	3885,00 ab	3609,06	336,65
Benomil	500	R5.3	2796,24 b	3645,77 ab	4115,50 ab	3519,17	246,76
Benomil	500	R5.5	2757,75 b	3595,87 ab	4041,50 ab	3465,04	192,63
Difenoconazole	300	R5.3	2828,25 b	3864,00 a	4170,75 ab	3621,00	348,59
Difenoconazole	300	R5.5	3153,22 ab	3706,21 ab	3927,25 ab	3595,56	323,15
Difenoc. + Propiconazole	200	R5.3	3349,55 a	3950,50 a	3961,00 ab	3753,68	481,27
Difenoc. + Propiconazole	200	R5.5	3109,00 ab	3845,50 a	3699,50 b	3551,33	278,92
Difenoc. + Propiconazole	250	R5.3	2785,25 b	3916,75 a	4037,75 ab	3579,92	307,51
Difenoc. + Propiconazole	250	R5.5	3162,75 ab	4078,50 a ¹	4316,50 a	3852,58	580,17
NOV 936	250	R5.3	3052,25 ab	3804,54 ab	4089,75 ab	3648,85	376,44
NOV 936	250	R5.5	3341,26 a	3924,66 a	4077,75 ab	3781,22	508,81
Testemunha	—	—	2863,61 b	3256,87 b	3696,75 b	3272,41	
Média			3014,12	3811,45	4014,5	3813,35	369,33

¹ Difer. da test. — Diferença das médias em relação à testemunha.

² Médias seguidas da mesma letra não diferem, ao nível de 5%, pelo teste de Duncan.

de 477,65 kg/ha acima da testemunha. Os demais tratamentos não diferiram da testemunha.

BR-37: As variações de rendimentos entre os tratamentos com fungicidas, em relação à testemunha, foram de 339 kg/ha (benomil na dose de 500 g/ha, no estágio R5.5.) a 821,63 kg/ha (difenoconazole + propiconazole, a 250 g/ha, no estágio R5.5). Não foram observadas diferenças entre os fungicidas e entre os estádios de aplicação, porém, a maioria dos fungicidas diferiu da testemunha. Apesar da variação dos resultados com os mesmos produtos, aplicados em diferentes dosagens e estádios de desenvolvimento da soja, os testes mostraram que o impacto das doenças na cv. BR-37 foi significativo, na safra 97/98, com média de rendimento de 649,91 kg/ha acima da testemunha nas áreas tratadas.

EMBRAPA-48: Nessa cultivar, a variação de rendimentos dos tratamentos com fungicidas, em relação à testemunha foi de 2,75 kg/ha (mistura de difenoconazole + propiconazole na dose de 200 g/ha) a 619,75 kg/ha (difenoconazole + propiconazole, a 250 g/ha) (Tabela 2.5). Não foram observadas diferenças entre os fungicidas e entre os

estádios de aplicação. Nesta cultivar, a mistura Difenoconazole + propiconazole, na dosagem de 250 g i.a./ha, aplicada no estágio R5.5 foi o único que diferiu da testemunha., com rendimento de 619,75 kg/ha a mais. Nos demais tratamentos, não houve diferenças entre os produtos, dosagens e nem entre os estádios de aplicação. A média das diferenças de rendimento dos tratamentos com a testemunha foi de 344,22 kg/ha.

Quando comparadas as médias das diferenças dos tratamentos com fungicidas nas três cultivares (BR-16, BR-37 e EMBRAPA-48), os rendimentos dos tratamentos com fungicidas foram superiores à testemunha em 369,33 kg/ha (Tabela 2.5). Os fungicidas que apresentaram maior retorno médio, em relação à testemunha, foram o azoxystrobin, na dosagem de 240 g i.a./ha, no estágio R5.3 (451,09 kg/ha), a mistura difenoconazole + propiconazole (200 g i.a./ha, e 250 g.i.a./ha, nos estádios R5.3 e R5.5., com 481,27kg/ha e 580,17kg/ha, respectivamente) e o produto NOV 936, na dosagem de 250 g i.a./ha, no estágio R5.5, com 508,81 kg/ha.



2.3. Patologia e Tratamento de Sementes de Soja (04.O.94.325-21)

Ademir A. Henning, Warney M. Costa Val, José de B. França Neto, F.C. Kryzyzanowski, N.P. Costa, José T. Yorinori, Jorge L. Knebel¹, Edson R.S. Alves², Leila Costamilan³, Emídio R. Bonato³, Nely Brancão⁴, Augusto C.P. Goulart⁵, Nilsson Zuffo⁶, Celso A. Dal Piva⁷, Reinaldo Chitolina F⁰⁸, Maria F. Zorato⁹, Paula C. Francovig¹⁰

O tratamento da semente com fungicidas, além de controlar patógenos importantes que podem ser transmitidos pela semente, é uma prática eficiente para assegurar população adequada de plantas, quando as condições de umidade do solo durante e após a semeadura são desfavoráveis. Nas últimas seis safras, a área semeada com sementes tratadas, passou de 5% (safra 1991/92) para 63% na safra 1996/97, segundo levantamentos da Embrapa Soja/CONAB. A adoção maciça da tecnologia tem resultado em grande economia de sementes, por parte dos produtores que hoje utilizam até menos de 50 kg de sementes por hectare ao invés de 100 kg ou mais, como no passado. Além da economia de sementes, o estabelecimento de populações mais adequadas de

plantas tem resultado na diminuição de doenças e no aumento do rendimento.

Os objetivos deste subprojeto foram avaliar a eficiência de: a) diferentes misturas de fungicidas e do fungicida biológico *Bacillus subtilis* para o tratamento de sementes sob diversas condições edafo-climáticas e b) novos princípios ativos na qualidade fisiológica (germinação e emergência em areia) e no controle de *Colletotrichum truncatum* nas sementes.

Os efeitos de diversas misturas de fungicidas e do fungicida biológico (*Bacillus subtilis*) sobre a emergência, população final, altura de planta e rendimento foram avaliados na safra 1997/98 em uma rede de 14 experimentos de campo, em parceria com diversas instituições, em Londrina, Cascavel, Bandeirantes, e Ponta Grossa (PR), Mafra e Abelardo Luz (SC), Pelotas e Passo Fundo (RS), Pirassununga (SP), Dourados e São Gabriel do Oeste (MS), Rondonópolis (MT) e Brasília (DF).

Os resultados obtidos na safra 1997/98 evidenciaram vantagens do tratamento das sementes com fungicidas em 50% dos experimentos conduzidos. Dentre os experimentos instalados na Região Sul e São Paulo, apenas os ensaios de Bandeirantes (PR) e Passo Fundo (RS) apresentaram resultados significativos quanto à

¹ COOPAVEL, Cascavel, PR;

² Embrapa Sementes Básicas, Brasília, DF;

³ Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS;

⁴ Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS;

⁵ Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS;

⁶ EMPAER, Campo Grande, MS;

⁷ EPAGRI, Abelardo Luz e Mafra, SC;

⁸ Dedini S.A. Agro Indústria, Pirassununga, SP;

⁹ APROSMAT, Rondonópolis, MT;

¹⁰ Bolsista do CNPq, Embrapa Soja, Londrina, PR.

emergência e, em Passo Fundo, houve também aumento do rendimento. Nas demais localidades, no Brasil Central, todos os seis experimentos conduzidos apresentaram respostas significativas na emergência dos tratamentos com fungicidas, indicando mais uma vez que é imprescindível o tratamento de sementes com misturas de fungicidas hoje recomendadas, para garantir o sucesso da lavoura naquela região.

Quanto ao fungicida biológico, Subtin 200 SC (*Bacillus subtilis*), não houve eficiência agrônômica, ao nível de campo, não sendo, portanto, recomendado para a cultura da soja.

Com relação aos efeitos dos micronutrientes (Co, Mo, Zn, B) aplicados juntamente com os fungicidas, via semente, as respostas variaram em função dos locais onde os experimentos foram conduzidos. Na Região Sul, nas seis localidades, em 24 (82,7%) das 29 comparações (com e sem micronutrientes) houve resposta positiva. Por outro lado, no Brasil Central, em quatro localidades, houve resposta positiva apenas em 11 (55%) das vinte situações.

Quanto a eficiência dos diversos fungicidas e misturas no controle de fitopatógenos importantes transmitidos pela semente, nessa safra não foi possível obter um lote de sementes com índices elevados de outros patógenos como *Phomopsis*

spp., *Fusarium* spp. e *Cercospora kikuchii*. Assim, foi utilizado um lote da cultivar MT/BR 951223-800 que apresentava 7,25% de *C. truncatum*, patógeno considerado de difícil controle nas sementes, quando comparado com os demais, que são praticamente erradicados pelos tratamentos com misturas de fungicidas. Dentre as misturas testadas, apenas o Vitavax - Thiram 200 SC (carboxin + thiram) erradicou o fungo das sementes. Os demais tratamentos fungicidas e suas misturas reduziram acentuadamente o índice de sementes infectadas, exceto o thiabendazole que, quando utilizado sem a mistura com os fungicidas de contato, não apresentou bom controle de *C. truncatum* (Tabela 2.6).

No teste de emergência em areia, melhores resultados foram obtidos pelo tratamento Tegram (66,17%), que todavia diferiu estatisticamente apenas do tratamento com benomyl, que apresentou 50,00% de emergência. Quanto a incidência de plântulas anormais, menor índice foi observado no tratamento 1 (Tegram + Micronutrientes) que diferiu estatisticamente dos tratamentos 2) Euparen 500 PM + Cercobin 500 FW (tolylfluanid + tiofanato metílico), 11) Benlate 500 (benomyl) e 7) Captan 750 TS + Cercobin 700 (captan + tiofanato metílico).

TABELA 2.6. Efeito do tratamento de sementes com diversos fungicidas e suas misturas no controle de *Colletotrichum truncatum* em sementes de soja 'MT/BR 95123-800', produzidas em Rondonópolis, MT, na safra 1997/98. Embrapa Soja. Londrina, PR, 1998.

Fungicidas (tratamentos)	Nome comum ou grupo químico	Dose i.a. ¹ /100 kg semente	<i>Colletotrichum truncatum</i> (%)
Tegran + micronutrientes (Formulado)	thiram + thiabendazole + Mo, Co	70g + 16g + 18g + 6g	0,13 ² ab ³
Euparen 500 PM + Cercobin 500 FW	tolyfluanid + tiofanato metílico	50g + 50g	0,25 ab
Euparen 500 PM + Derosal 500 SC	tolyfluanid + carbendazin	50g + 30g	0,50 ab
Vitavax – Thiram 200 SC	carboxin + thiram	50g + 50g	0,00 a
Spectro FS 150 FS + Rhodiauram 500 SC	difenoconazole + thiram	5g + 70g	0,88 ab
Tegran	thiabendazole + thiram	17g + 70g	1,00 ab
Captan 750 TS + Cercobin 700	captan + tiofanato metílico	90g + 49g	0,13 ab
Derosal 500 SC + Captan 750 TS	carbendazin + captan	30g + 90g	0,25 ab
Cercobin 700 + Rhodiauram 500 SC	thiofanato metílico + thiram	49g + 70g	0,13 ab
Tecto 100	thiabendazole	20g	3,50 c
Benlate 500	benomyl	30g	0,63 ab
Derosal 500 SC	carbendazin	30g	1,13 ab
Testemunha	–	–	7,25 d
C.V.%			21,37

¹ Ingrediente ativo

² Percentagem de sementes infectadas, média de quatro repetições de 200 sementes.

³ Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Análise da variância efetuada com os dados transformados em $\sqrt{X + 0.5}$.



Nº do Projeto: 04.0.94.331

Líder: José Renato Bouças Farias

Nº de Subprojetos que compõem o Projeto: 03

Unidades Instituições Participantes: Embrapa Soja, Embrapa Trigo, Embrapa Cerrados, Campo Experimental de Balsas, Instituto Agrônômico do Paraná

A cultura da soja ocupa uma posição de destaque na economia brasileira, o que justifica a busca de novas informações para otimizar seu cultivo e reduzir os riscos de prejuízos. Incrementos na produção de alimentos dependem, cada vez mais, do uso criterioso dos recursos, dentre os quais destaca-se o clima. As pesquisas que visam identificar e quantificar as respostas da cultura às condições ambientais são parte importante nesse universo, uma vez que contribuem, sensivelmente, para o desenvolvimento de meios para minimizar os efeitos adversos do ambiente na produção agrícola. Dos elementos climáticos, a temperatura, o fotoperíodo e a disponibilidade hídrica são os que mais afetam o desenvolvimento e a produtividade da soja. Em linhas gerais, com o presente projeto buscar-se-á caracterizar e quantificar os efeitos destes elementos sobre a cultura e representá-los na forma de modelos matemáticos. Neste sentido, procurar-se-á caracterizar e quantificar os principais mecanismos de tolerância ao déficit hídrico e as respostas de cultivares de soja a diferentes termofotoperíodos. Serão ajustados, calibrados e validados modelos de previsão de rendimentos e de simulação do desenvolvimento da cultura. Até o presente momento, foram identificados alguns genótipos e algumas respostas que os caracterizam como tolerantes a curtos períodos de seca, foram caracterizadas respostas agrônômicas e fisiológicas da soja a diferentes níveis de disponibilidade hídrica e estimado o período juvenil de várias cultivares de soja. Também foram calibrados e ajustados modelos de simulação e de balanço hídrico para a cultura da soja sob condições brasileiras.

3.1 Respostas da Cultura da Soja à Disponibilidade Hídrica (04.O.94.331-01)

José Renato Bouças Farias, Norman Neumaier, Alexandre Lima Nepomuceno, Nelson Delatre, José Renato Bordingnon, Marcos Antônio Avanzi, Jacson Franco Bennemann, Mário Luiz Maxwell Zaparoli, Elaine Cristina Casagrande

As variabilidades do rendimento e da qualidade dos grãos de soja, de ano para ano, em um mesmo local e época, estão intimamente relacionadas à disponibilidade hídrica na região de cultivo. Estresses abióticos, como a seca, podem reduzir significativamente os rendimentos em lavouras, restringindo as latitudes e os solos onde as espécies comercialmente importantes podem ser cultivadas. As implicações são enormes, uma vez que, não somente produtores, mas toda a sociedade é afetada. Déficit hídrico normalmente é o principal fator responsável por perdas na lavoura. O seu efeito sobre a produção de grãos é variável em função da intensidade e da duração do déficit hídrico e do estágio de desenvolvimento das plantas. Apesar dos prejuízos advindos da ocorrência de déficits hídricos mesmo pequenos, quase nada se tem para apresentar como solução ao produtor, sem que haja um aumento do custo de produção. Isto justifica a busca de novas informações para otimizar o seu cultivo, possibilitando a obtenção de maiores rendimentos e menores riscos. No presente subpro-

jeto estão sendo conduzidos diversos experimentos, procurando-se caracterizar as necessidades hídricas da cultura da soja e identificar quais características agrônômicas e/ou fisiológicas são mais afetadas pela ocorrência de déficits hídricos e quais que identificam os genótipos mais sensíveis e os mais tolerantes à seca.

O "Monitoramento Agrometeorológico da Área Experimental do CNPSO" (ação complementar deste subprojeto), realizado em 1998, mostra que os valores das variáveis agrometeorológicas observados durante todo o período ficaram dentro da faixa normal para a região. A precipitação pluviométrica total de 1998 (1826mm) ficou um pouco acima do normal para a região (1602mm). Os volumes de chuvas nos meses de janeiro, junho e novembro foram bem menores que os normais (125, 23 e 50mm contra 216, 90 e 150mm, respectivamente). Já nos meses de fevereiro, abril e setembro os volumes de chuvas foram bem maiores que os normais (283, 214 e 272mm contra 178, 114 e 105mm, respectivamente). Em janeiro, a menor precipitação pode ter causado prejuízos em lavouras que encontravam-se na fase reprodutiva. O ano de 1998, assim como o de 1997, foi mais quente que o normal. A temperatura média do ano ficou em torno de 0,6°C acima da normal, a média das máximas 1 °C e a média das mínimas 1,1°C.

Com o funcionamento das cinco coberturas móveis automáticas, foi possível o controle do regime hídrico sobre as parcelas experimentais, o que, até então, vinha dificultando a condução deste subprojeto. Em experimentos conduzidos na área experimental da Embrapa Soja, avaliou-se o comportamento de cinco cultivares de soja (Bragg, BR-4, BR-16, OCEPAR 4-Iguaçu e Embrapa 48), submetidas a três diferentes condições de disponibilidade hídrica no solo. O controle de umidade do solo foi feito com tensiômetros de mercúrio e sonda de neutrons, instalados em todas as parcelas, e por termogravimetria. Para a obtenção de níveis mais severos de déficits hídricos e o controle da ocorrência destes em diferentes fases de desenvolvimento da planta, foram utilizados abrigos móveis que, conforme programação prévia, impediam a precipitação pluviométrica sobre as parcelas, cobrindo-as automaticamente. Quando necessária, foi utilizada irrigação para atender às necessidades hídricas ótimas da cultura. Foram avaliados os seguintes níveis de disponibilidade hídrica do solo: déficit hídrico no período vegetativo (DHV), déficit hídrico no período reprodutivo (DHR) e condições ótimas de umidade ao longo de todo o ciclo (SDH). Os dois primeiros níveis foram conduzidos sob os abrigos móveis automáticos, consistindo na interrupção do forneci-

mento de água às plantas por um período de 30 dias, iniciando no 11º dia após a emergência (DHV) e em R2 (DHR). Fora deste intervalo de tempo e no nível sem déficit hídrico (SDH), as plantas foram mantidas com potencial matricial da água no solo em torno de -0,03 a -0,05 MPa. Foram avaliados a fenologia, as respostas fisiológicas (taxa fotossintética, resistência estomática, teor relativo de água, temperatura foliar, conteúdos de açúcares redutores, de amido e de açúcares totais, assimilação de C e exportação de assimilados), o rendimento e seus componentes e a qualidade da produção de grãos obtida (teores de óleo e de proteína).

O monitoramento da água do solo revelou menor disponibilidade de água dentro dos abrigos móveis, por ocasião da aplicação dos déficits hídricos. A restrição hídrica provocou menor taxa fotossintética e maior resistência estomática (Fig. 3.1). Refletindo o comportamento fisiológico das plantas, os menores rendimentos de grãos foram obtidos quando o déficit hídrico foi aplicado durante o período reprodutivo. Nessa condição, os rendimentos de grãos alcançaram, em média, 25% dos rendimentos obtidos nos tratamentos sem restrição hídrica (Fig. 3.2). Com déficit hídrico durante o período vegetativo, os rendimentos foram reduzidos para menos da metade

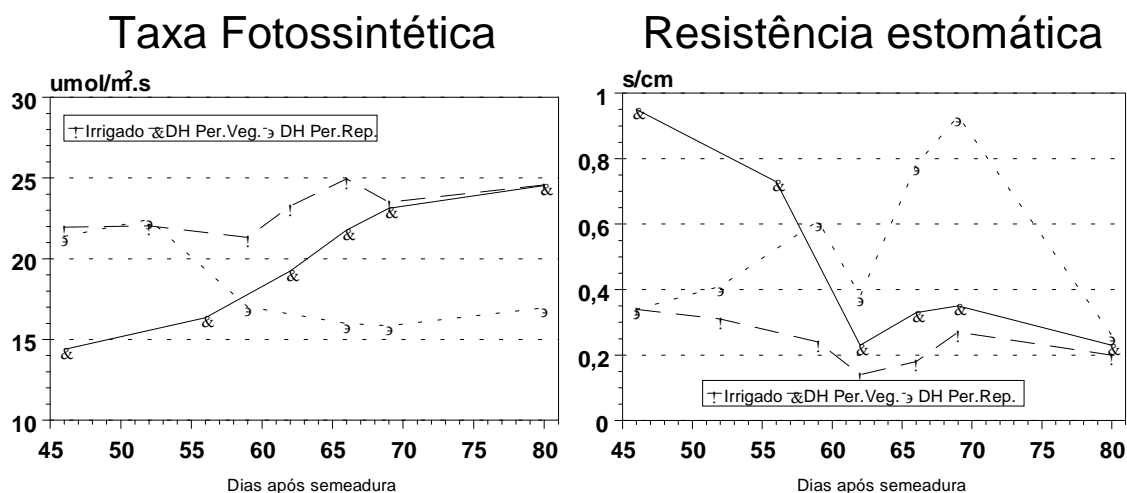


FIG. 3.1. Taxa fotossintética e resistência estomática, médias de cinco cultivares de soja, submetidas a diferentes níveis de deficiência hídrica (DH). Embrapa Soja, Londrina-PR, 1999.

(45%) (Fig. 3.2). A falta de água durante a fase reprodutiva provocou aumento no peso de sementes e diminuição no número de sementes por legume. Essas variáveis não diferiram significativamente quando compararam-

se as outras duas condições hídricas (déficit hídrico durante a fase vegetativa e sem déficit hídrico). O número de legumes por planta foi maior sem restrição hídrica e menor com déficit no período reprodutivo.

Rendimento de grãos

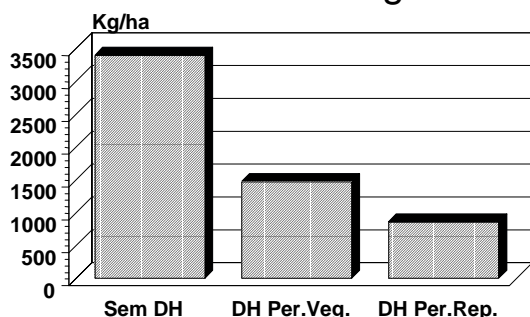


FIG. 3.2. Rendimento médio de grãos de cinco cultivares de soja, submetidas a diferentes níveis de deficiência hídrica (DH). Embrapa Soja, Londrina-PR, 1999.

Num momento em que segmentos do mercado começam a tornar-se mais exigentes por qualidade, preferindo soja com teores mais elevados de proteína, torna-se indispensável identificar os fatores ambientais que podem alterá-la. De forma geral verificou-se que os maiores teores de óleo foram obtidos nos tratamentos sem nenhum estresse hídrico e os maiores teores de proteína quando as plantas sofreram restrição hídrica durante o período reprodutivo (Fig. 3.3), confirmando resultados

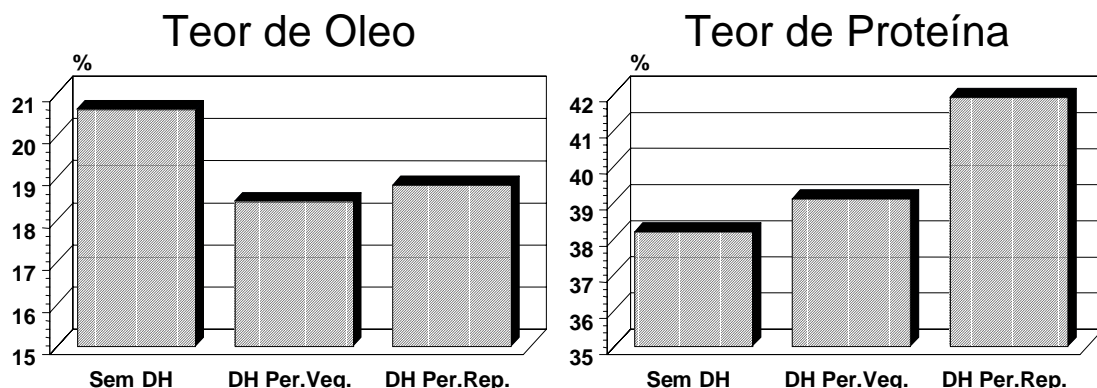


FIG. 3.3. Teores de óleo e de proteína, médios de cinco cultivares de soja, submetidas a diferentes níveis de deficiência hídrica (DH). Embrapa Soja, Londrina-PR, 1999.

encontrados na literatura. O teor de proteína foi menor quando as plantas não sofreram restrição de água. A ocorrência de déficit hídrico durante as fases vegetativa e reprodutiva reduziu os teores de óleo. Esse comportamento foi observado em todas as cultivares avaliadas.



3.2 Base Ecofisiológica do Florescimento Tardio Sob Dias Curtos em Soja (04.0.94.331-02)

Norman Neumaier, José Renato Bouças Farias, Alexandre Lima Nepomuceno, Nelson Delattre

A amplitude de adaptação de qualquer cultivar de soja é determinada pela sua sensibilidade ao fotoperíodo. A adaptação da soja pode ser ampliada pelo uso do período juvenil longo, permitindo maior estabilidade

de produção numa gama de épocas de semeadura e regiões. Ainda se conhece pouco da fisiologia do modo de ação do período juvenil longo, bem como dos aspectos genéticos envolvidos (herança, genes modificadores, etc.). A falta destes conhecimentos restringe o uso da característica no melhoramento de soja. O presente subprojeto tem como objetivos: (1) quantificar o efeito da temperatura sobre a resposta do florescimento das cultivares de soja ao fotoperíodo; (2) caracterizar e determinar quantitativamente as fases juvenil, indutiva e pós-indutiva em cultivares de soja; (3) determinar parâmetros inerentes a cada cultivar para serem usados na modelagem das respostas do florescimento a diferentes termofotoperíodos; e (4) identificar e caracterizar genótipos com diferentes respostas às variáveis termofotoperiódicas em soja e estudar os mecanismos genéticos destas respostas.

Durante a safra de 1997/98 dois experimentos foram executados. O experimento intitulado "Caracterização das respostas do florescimento de genótipos de soja submetidos à diferentes termofotoperíodos" foi instalado a campo, em quatro locais (Embrapa Trigo - Passo Fundo, RS Lat. 28° S; Embrapa Soja - Londrina, PR, Lat. 23° S; Embrapa Cerrados - Planaltina, DF, Lat. 16° S; e CEBalsas - Balsas, MA, Lat. 8° S). Esse ensaio constou de 15 genótipos de soja (Paraná, OCEPAR 8, OCEPAR 9 - SS 1, Paranagoiana, IAS 5, Bragg, Cariri, BR-15, UFV 1, Embrapa 20 (Doko RC), FT-Cristalina, BRQ10220028, BR83-6288, BR-16 e FiskebyV). O delineamento experimental foi o Completamente Casualizado com seis repetições. As parcelas foram covas com 4-5 plantas. Os dados dos locais foram coletados e analisados em 1998.

De maneira geral, os resultados de 1998 confirmaram resultados anteriores. As temperaturas médias diárias foram maiores em Balsas e Londrina, onde apresentaram-se entre 23 e 24°C (Fig. 3.4A). As temperaturas médias em Planaltina tenderam a ser levemente inferiores às de Londrina e Balsas. As temperaturas médias registradas no período vegetativo (semeadura-floração), no período reprodutivo (floração-maturação) e durante todo o ciclo da cultura (semeadura-maturação), foram seme-

lhantes, entre elas, em Londrina, Planaltina e Balsas, enquanto as registradas em Passo Fundo foram bem distintas. Nesta última localidade, a temperatura média no período reprodutivo foi de cerca de 3°C menor do que a do período vegetativo, ocorrendo uma inversão da tendência observada nas outras três localidades. As temperaturas médias dos períodos vegetativos dos 15 genótipos estudados apresentaram variação, entre localidades, de apenas 1,5°C, enquanto a temperatura média no período reprodutivo variou em até 5,5°C entre localidades, sendo Passo Fundo o local mais frio e Balsas o mais quente. Comparando-se fotoperíodos médios observados nos períodos vegetativo e reprodutivo dos 15 genótipos, dentro das localidades, a maior variação ocorreu em Passo Fundo (1h e 36min) e a menor em Balsas (17min) (Fig. 3.4B). A variação máxima no fotoperíodo médio, entre localidades, no período vegetativo foi de 1h e 19min entre Passo Fundo e Balsas. No período reprodutivo, foi de 34 min entre Londrina e Passo Fundo.

A expressão de características, como altura de planta em R1 e R8 e duração dos períodos vegetativo e reprodutivo, pode ser determinante na elevação do rendimento final dos genótipos para níveis próximos aos potenciais. A duração do período vegetativo e a altura de planta de

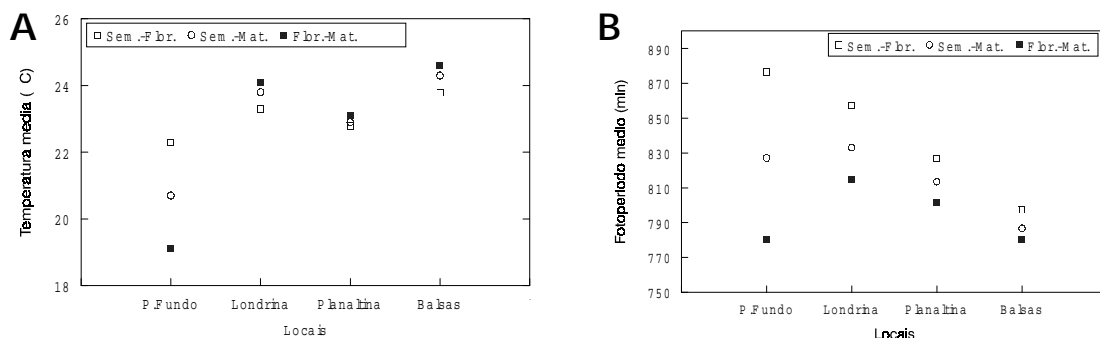


FIG. 3.4. Temperaturas (A) e fotoperíodos (B) médios ocorridos em 4 locais/latitudes (Passo Fundo, RS/28°; Londrina, PR/23°; Planaltina, DF/16°; Balsas, MA/08° S), durante os períodos vegetativo e reprodutivo e ciclo total de 15 genótipos de soja, na safra 1997/98.

todos os genótipos, com exceção de 'Fiskeby V', foram maiores em Passo Fundo e menores em Balsas. O genótipo insensível ao fotoperíodo 'Fiskeby V' apresentou altura de planta estável nas quatro localidades. As relações existentes entre a temperatura média no período vegetativo e a altura de planta em R1 com a duração do período vegetativo ficam evidenciadas quando

se visualiza todo o conjunto de dados coletados. Na média, os rendimentos dos genótipos testados foram maiores em Planaltina mas, dentro de genótipo, variaram de localidade para localidade (Fig. 3.5A). A altura de planta apresenta uma relação positiva intensa com a duração do período vegetativo (Fig. 3.5B). A duração do período vegetativo apresenta uma relação negativa

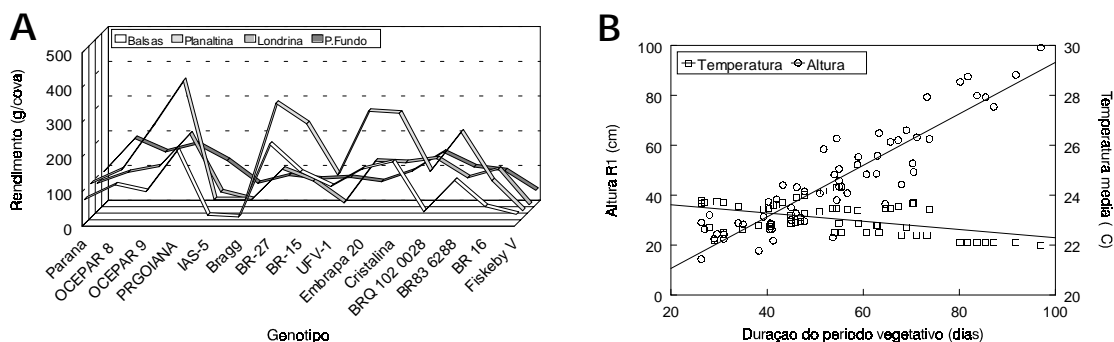


FIG. 3.5. (A) Rendimento (g/cova) e (B) relação entre a altura de planta (em R2) com a duração do período vegetativo e da duração deste com a temperatura média ocorrida no mesmo período, de 15 genótipos de soja, em 4 locais/latitudes (Passo Fundo, RS/28°; Londrina, PR/23°; Planaltina, DF/16°; Balsas, MA/08° S), na safra 1997/98.

pouco intensa com a temperatura. Os resultados preliminares comprovam que a expressão máxima da capacidade produtiva dos genótipos pode ser alcançada através da escolha e do uso de genótipos adaptados especificamente ao ambiente alvo.

Temperaturas elevadas durante a pré-floração (PREF) abreviam o período vegetativo da soja, fazendo com que a floração ocorra quando a planta ainda está pequena. A pequena altura de planta pode afetar o rendimento de grãos e a eficiência da colheita mecanizada de lavouras de soja. A identificação de cultivares de hábito determinado com maior crescimento pós-floração (POSF), para compensar a pouca altura em R1 ou R2, é desejável. Assim, um segundo experimento foi realizado em 1997/98 e objetivou caracterizar 16 cultivares de soja indicadas para o Estado do Paraná e compará-las quanto à capacidade de apresentarem maior ou menor crescimento POSF. As cultivares testadas apresentaram diferenças na altura, tanto por ocasião da floração (R2), quanto da maturação (R8). As mais altas, tanto na floração quanto na maturação, foram Embrapa 61 (69 e 86 cm, respectivamente) e Embrapa 62 (60 e 80 cm, respectivamente). As mais baixas na floração foram BR-16 (38 cm) e Embrapa 4 (BR-4RC) (41 cm), enquanto na maturação as mais

baixas foram FT-10 (Princesa) (58 cm) e Embrapa 60 (59 cm). As cultivares testadas apresentaram crescimento POSF de, no mínimo, 20% (em relação a altura final). As que mais cresceram durante o período compreendido entre floração e maturação, tanto em termos absolutos quanto relativos a altura final (Fig. 3.6A), foram BR-4 (34 cm), BR-16 (29 cm) e Embrapa 4 (29 cm). Isto indica que, para estas cultivares, o crescimento POSF foi de, no mínimo, 40%. Por apresentarem bom crescimento POSF, estas cultivares mostram maior potencial para recuperação da altura, no caso de a floração ser adiantada em função da ocorrência de altas temperaturas no período vegetativo. As cultivares diferiram quanto ao rendimento (Fig. 3.6B). As mais produtivas foram a Embrapa 48 (4361 kg/ha) e a BRS 134 (4167 kg/ha) e as menos produtivas foram a BRS 132 (2983 kg/ha) e a FT-10 (3226 kg/ha). Não foi detectada nenhuma relação clara entre rendimento, altura de planta e crescimento no período POSF. Não houve nenhuma relação entre a fenologia das cultivares e as características medidas. A ausência dessas relações pode estar indicando que, neste experimento, as condições climáticas foram normais, não alterando a fenologia, o rendimento e a altura das cultivares indicadas para a região de Londrina, PR.

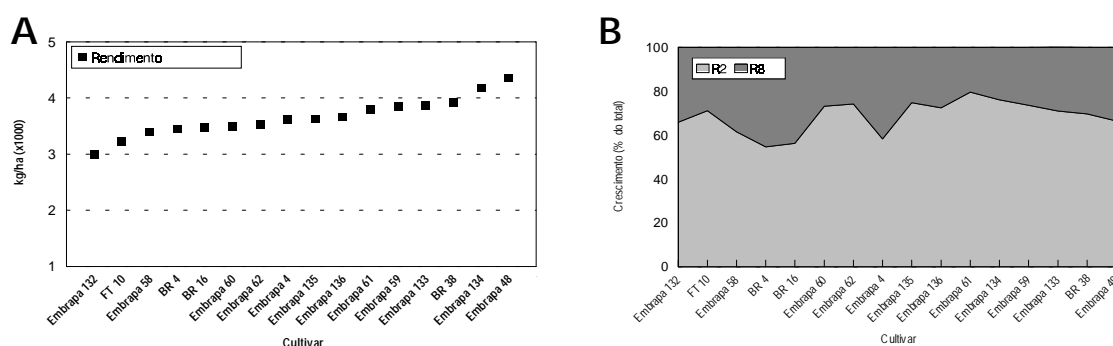


FIG. 3.6. (A) Rendimento (kg/ha) e (B) altura relativa de planta na floração (R2), como percentagem da altura na maturação (R8) de 16 cultivares de soja de hábito determinado indicadas para o Paraná, na safra 1997/98.



3.3 Modelagem das Respostas da Cultura da Soja ao Ambiente (04.0.94.331-03)

José Renato Bouças Farias,
Alexandre Lima Nepomuceno, Norman Neumaier,
Ivan Rodrigues de Almeida

Na moderna agricultura, incrementos nos rendimentos e redução dos custos e dos riscos de insucesso dependem cada vez mais do uso criterioso dos recursos. Os modelos de simulação do desenvolvimento das plantas têm sido empregados em várias áreas do conhecimento agrônomo, como zoneamento agroclimático, monitoramento de safras, caracterização de sistemas agrícolas e estudos probabilísticos de cenários futuros relacionados à sustentabilidade de sistemas de produção, do meio am-

biente e das comunidades formadas em torno dos mesmos, além de permitir uma perfeita descrição e entendimento do conjunto. A idéia básica em modelagem é a de expressar um conhecimento de forma quantitativa (por meio de equações) e combiná-las de forma integrada, permitindo a perfeita descrição e o entendimento do conjunto.

Neste subprojeto, tem-se por objetivo analisar, calibrar e validar modelos de simulação do crescimento e do desenvolvimento da soja, bem como ajustar modelos de previsão de rendimentos a partir do consumo de água pela cultura. Para tanto, foram usados os dados obtidos nos outros subprojetos deste mesmo projeto.

Atualmente, vêm-se trabalhando com dois modelos: o CROPGRO

(dentro do sistema DSSAT - Decision Support System for Agrotechnology Transfer) e o SARRA (Système d'analyse regionale des risques agroclimatiques). O primeiro constitui-se num modelo bastante completo e preciso, necessitando, no entanto, de um grande número de variáveis. Já o segundo, necessita de um pequeno número de dados, adaptando-se melhor a estudos em regiões/situações onde o conjunto de informações é mais restrito. Em várias regiões brasileiras, as informações disponíveis são restritas, inviabilizando o emprego de modelos de simulação mais precisos, porém mais complexos. Deve-se, no entanto, considerar que modelos mais completos e/ou complexos são, na maioria das vezes, capazes de fornecer estimativas mais precisas das variações da produtividade em função de variáveis climáticas.

O SARRA é um modelo de simulação do balanço hídrico das culturas que estima o desenvolvimento da planta em função do consumo de água e das disponibilidades hídricas da região. Como a disponibilidade de água é um dos principais fatores responsáveis pela variabilidade dos rendimentos da soja no tempo e no espaço, o modelo SARRA aparece como uma boa alternativa para a estimativa do rendimento de grãos da soja, em função da relação ET_r/ET_m , considerando suas simplicidade de uso

e necessidade de pequeno conjunto de dados. Devido aos bons resultados obtidos e a vantagem de exigência de um pequeno conjunto de variáveis, o SARRA vem sendo usado nos trabalhos de zoneamento agroclimático da cultura da soja.

O sistema DSSAT integra modelos de simulação, banco de dados, programas para entrada, geração e recuperação de dados e rotinas para análises específicas, permitindo a estimativa do desenvolvimento de cultivares de forma bastante precisa. Em meados de 1998, recebeu-se do ICASA (International Consortium for Agricultural Systems Applications) a versão preliminar do DSSAT (v. 3.5) para testá-la, avaliar seu desempenho e apresentar sugestões de melhorias. Esta nova versão é, praticamente, igual a anterior, contendo as mesmas entradas e saídas. Permanece a possibilidade de ajustar-se os dois novos conjuntos de coeficientes para a cultura da soja (ECOTYPE e SPECIES), além do conjunto de coeficientes presentes até a versão 3.0 (GENOTYPE). Inicialmente, procederam-se alguns testes e avaliações preliminares desta nova versão, percebendo-se a possibilidade de melhor ajuste do modelo, com estimativas mais próximas aos valores observados. Realizaram-se todas as transformações e ajustes necessários dos conjuntos de dados disponíveis

para trabalhar-se com essa nova versão, iniciando-se o ajuste e a calibração do modelo. O acesso a esses outros dois conjuntos de coeficientes, permitiu estabelecer e ajustar as relações existentes entre as respostas da cultura e o ambiente, utilizando-se cultivares e condições edafoclimáticas brasileiras. Obteve-se melhor ajuste do modelo, com estimativas muito próximas aos valores observados a campo, principalmente de rendimento de grãos e peso da matéria seca. O DSSAT 3.5 mostrou-se ainda bastante sensível à disponibilidade hídrica do solo e apresentou uma satisfatória simulação das respostas da cultura ao longo do seu ciclo. Em muitos casos, no entanto, não se deseja conhecer o comportamento de uma cultivar de soja isoladamente, mas sim obter-se informações a cerca da cultura ou de um grupo de cultivares como um todo. Desta forma, teve início ainda em 1998, a busca pela definição de coeficientes representativos para um grupo de cultivares, capazes de permitirem estimativas satisfatórias do desempenho da cultura da soja numa dada situação. Para o ajuste dos coeficientes (calibração) representativos do grupo de cultivares de soja semiprecoce, foram empregados dados obtidos em experimentos conduzidos de 1991/92 a 1995/96, com e sem deficiência hídrica, envolvendo genótipos com diferente sensibilidade à falta de água.

Após a confecção dos arquivos, rodou-se o modelo para ajuste das estimativas. O melhor ajuste foi aquele que, em uma regressão linear entre os valores estimados e observados passando pela origem, apresentou coeficiente angular mais próximo de 1. De modo geral, após vários ajustes, os resultados simulados foram representativos da realidade, conseguindo-se expressar satisfatoriamente o desempenho médio das cultivares semiprecoces. Os ajustes obtidos permitiram estimativas do rendimento de grãos muito próximas aos valores observados em condições de campo. Na Fig. 3.7 é apresentada a dispersão dos valores de rendimentos de grãos observados nos experimentos a campo e a reta ajustada 1:1. Como todos os dados utilizados foram oriundos de parcelas com e sem irrigação, foi possível perceber uma boa sensibilidade do sistema à disponibilidade

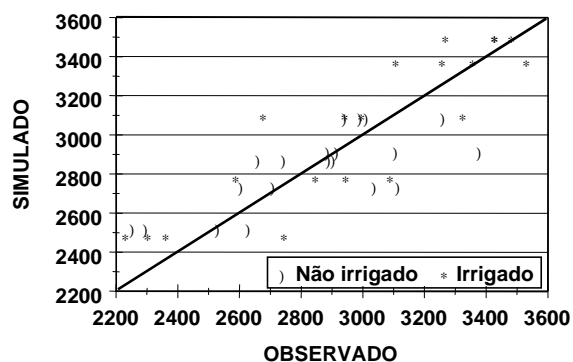


FIG. 3.7. Desvios das observações de rendimento de grãos (kg/ha) em relação à reta ajustada 1:1. Embrapa Soja, Londrina-PR, 1999.

hídrica do solo. As estimativas de fenologia e de biomassa também pouco diferiram dos valores observados a campo. Nas Fig. 3.8 e 3.9 são apresentadas, respectivamente, as dispersões dos valores observados de datas da floração e da maturação fisiológica e peso da matéria seca em relação às retas 1:1. Pelos resultados obtidos, conclui-se que o sistema DSSAT simula o comportamento da cultura

da soja como um todo de forma bastante aproximada ao observado a campo. O sucesso desse trabalho com a cultura da soja e a precisão dos resultados obtidos com as simulações, provocaram a inclusão como uma das metas do projeto de "Zoneamento agroclimático das culturas de grãos no Brasil (04.0.94.065)", a utilização do DSSAT para a simulação do desenvolvimento das culturas.

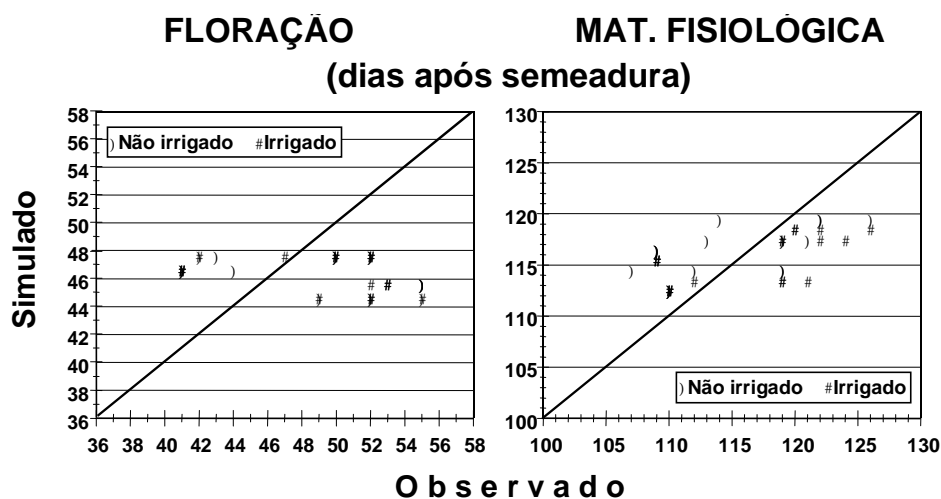


FIG. 3.8. Desvios das observações de datas da floração e da maturação fisiológica, em relação à reta ajustada 1:1. Embrapa Soja, Londrina-PR, 1999.

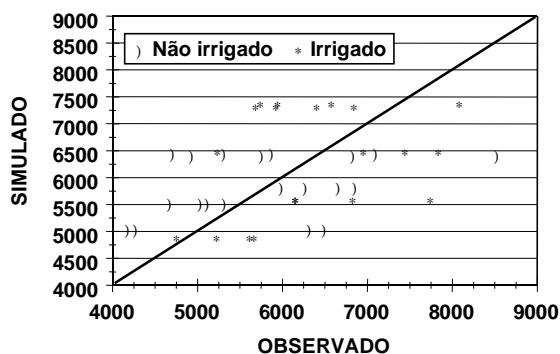


FIG. 3.9. Desvios das observações de peso da matéria seca (Kg/ha) em relação à reta ajustada 1:1. Embrapa Soja, Londrina-PR, 1999.

Nº do Projeto: 04.0.94.322

Líder: Mariangela Hungria

Nº de Subprojetos que compõem o Projeto: 18

Unidades Instituições Participantes: Embrapa Soja, Embrapa Cerrados, Embrapa Arroz e Feijão, Embrapa Trigo, Embrapa Agropecuária Oeste, Embrapa Agrobiologia, FECOTRIGO, IPA (Pernambuco), Universidade Federal de Minas Gerais; **Apoio Técnico:** IAPAR, Universidade Federal de Uberlândia, Embrapa Recursos Genéticos; **Apoio Financeiro:** CNPq, FINEP, MCT; **Outras participações:** ANPI, FEPAGRO (Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, RS), COAMO, COCAMAR

A soja é uma cultura que apresenta alta demanda de N que, no Brasil, está sendo satisfeita pelo processo da fixação biológica do nitrogênio atmosférico (FBN), realizado por bactérias pertencentes às espécies *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii*. Na ausência desse processo biológico seriam necessários, para atingir os níveis atuais de produtividade brasileira, cerca de 400 kg de N/ha como fertilizantes nitrogenados, representando um custo certamente proibitivo para os agricultores. Entretanto, o lançamento de cultivares mais produtivas e o estabelecimento de uma população de estirpes, no solo, que não são as mais eficientes de que se dispõe hoje, mas que foram introduzidas com as primeiras inoculações, tornam necessários o desenvolvimento de linhas de pesquisa visando à manutenção e, principalmente, à elevação dos níveis de N fornecidos à soja via FBN. Essa meta deve ser conseguida através de pesquisas básicas e aplicadas relacionadas tanto com o microssimbionte como com a planta hospedeira. Nesse contexto, este projeto inclui 18 subprojetos, que estão sendo conduzidos por Centros da Embrapa, Instituições de Pesquisa e Universidades, conforme relação acima, com 13 objetivos principais: **Objetivo 1:** Selecionar estirpes de *B. japonicum*/*B. elkanii* com alta eficiência de FBN e capacidade competitiva, que sejam capazes de promover ganhos expressivos no rendimento de soja em solos contendo populações estabelecidas. **Objetivo 2:** Caracterizar as populações de *B. japonicum*/*B. elkanii* estabelecidas nos solos, e outras

estirpes promissoras, em relação a diversos parâmetros fisiológicos, bioquímicos e genéticos, procurando relacionar esses parâmetros com a capacidade competitiva e eficiência de FBN, a fim de facilitar programas de seleção de estirpes no futuro. **Objetivo 3:** Obter mutantes de estirpes de *B. japonicum*/*B. elkanii* mais eficientes e competitivas, que venham a contribuir com incrementos no rendimento da soja e no teor de N dos grãos. **Objetivo 4:** Testar as estirpes e combinações de estirpes que sejam mais eficientes na FBN e mais competitivas, em diferentes locais e condições de produção de soja no país, para a sua utilização em inoculantes comerciais. **Objetivo 5:** Avaliar genótipos de soja quanto à eficiência de FBN e quanto à restrição da nodulação pelas estirpes de *B. japonicum*/*B. elkanii* dominantes nos solos brasileiros. Nos genótipos que restringem a nodulação, verificar as taxas de fixação com estirpes de *Bradyrhizobium* selecionadas e de alta eficiência de FBN. **Objetivo 6:** Avaliar genótipos de soja para a nodulação com estirpes de crescimento rápido (*Sinorhizobium fredii*). **Objetivo 7:** A partir de um genótipo de soja eficiente para a FBN, obter mutantes tolerantes que fixem N₂ mesmo na presença de teores elevados de nitrato no solo. **Objetivo 8:** Determinar o balanço de N em sistemas de rotação de culturas envolvendo a soja, milho e adubos verdes, típicos da Região Sul e dos Cerrados, sob os sistemas de semeadura direta ou sob preparo convencional do solo, visando maximizar a contribuição da FBN e estabelecer critérios para a adubação nitrogenada. **Objetivo 9:** Avaliar a influência das populações de actinomicetos na simbiose soja-*Bradyrhizobium*, visando a maximização do potencial de FBN, particularmente pela alteração na competitividade das estirpes de *Bradyrhizobium*, permitindo um aumento na produtividade da cultura. **Objetivo 10:** Obter informações que permitam e justifiquem produzir inoculantes mistos, contendo bactérias, fungos micorrízicos e sinais moleculares, visando incrementar a produtividade em sistemas de rotação e sucessão de culturas. **Objetivo 11:** Demonstrar, através de análises econômicas, os benefícios da inoculação das melhores estirpes com os principais genótipos de soja, dentro do manejo agrícola recomendado em cada região. **Objetivo 12:** Validar, a nível de campos experimentais de cooperativas e de propriedades rurais, as novas tecnologias geradas. **Objetivo 13:** Difundir as novas tecnologias e recomendações técnicas para a assistência técnica e produtores rurais.

4.1 Caracterização Genética, Fisiológica e Bioquímica de Estirpes de *Bradyrhizobium* para a Cultura da Soja de Solos da Região Sul e do Cerrado e com Maior Eficiência de Fixação do Nitrogênio e Capacidade Competitiva (04.0.94.322-02)

Lígia Maria de O. Chueire, Catalina Y.M. Nishi¹,
Mariangela Hungria

4.1.1 Caracterização das estirpes recomendadas comercialmente para a cultura da soja

Com a nova legislação de inoculantes, torna-se necessário estabelecer metodologias para identificar facilmente, e com precisão, as estirpes comerciais recomendadas para a cultura da soja, tanto para a fiscalização da qualidade na indústria e na comercialização, como para o monitoramento das estirpes no solo. Foram concentrados esforços, no ano de 1998, para definir uma metodologia para a identificação precisa das quatro estirpes recomendadas comercialmente para a cultura da soja, SEMIA 587, SEMIA 5019 (= 29w), SEMIA 5079 (= CPAC 15) e SEMIA 5080 (= CPAC 7). Não foi possível diferenciar as estirpes parentais SEMIA 566 e SEMIA 586 de suas respectivas variantes naturais que vêm sendo recomendadas comercialmente desde 1992, SEMIA 5079 e SEMIA 5080, pela análise sorológica

de algutinação com anticorpos de células totais, ou com anticorpos de lipopolissacarídeos celulares. Contudo, foi possível distinguir as quatro estirpes pela reação de PCR com alguns "primers" (oligonucleotídeos) curtos e aleatórios (técnica de RAPD, Random Amplified Polymorphic DNA, ou seja, ADN polimórfico amplificado aleatoriamente) identificados neste estudo. Dos 21 "primers" curtos e aleatórios que amplificaram as estirpes, 13 conseguiram distinguir melhor o par de estirpes de *B. elkanii* SEMIA 566 e SEMIA 5079, produzindo pelo menos três bandas diferentes entre as mesmas e conferindo maior confiabilidade à análise. Desses, destacaram-se os "primers" 132 (5'CAGGCCCTTC3'), OPS-01 (5'CTACTGCGCT3'), OPS-03 (5'CAGAGGTCCC3'), OPS-07 (5'TCC GATGCTG3') e OPS-09 (5'TCCTG GTCCC3'), com cinco a oito bandas diferentes. Oito "primers" diferenciaram melhor o par de estirpes de *B. japonicum* SEMIA 586 e SEMIA 5080, com pelo menos três bandas diferenciais, mas destacaram-se os "primers" OPS-05 (5'TTTGGGGCCT3') e OPS-07, com seis e sete bandas diferentes, respectivamente. Em estudos ou análises envolvendo a identificação simultânea das quatro estirpes, uma análise conjunta dos resultados obtidos com os 21 "primers" utilizados neste estudo indica que cinco deles seriam os mais adequados: 62 (5'GGG

¹ Mestrado em Microbiologia da Universidade Estadual de Londrina.

TAACGCC3'), 134 (5'ACATGCCG TG3'), 136 (5'GGAAGTCGCC3'), OPS-01 e OPS-11 (5'AGTCGG GTGG3').

Foram realizados estudos, também, para caracterizar as quatro estirpes recomendadas comercialmente para a cultura da soja com "primers" específicos, pela reação de PCR (Polymerase Chain Reaction, reação em cadeia pela polimerase) com os "primers" ERIC [enterobacterial repetitive intergeneric consensus, ERIC1R (3'-CACTTAGGGGTCCT CGAATGTA-5') e ERIC2 (5' AAGT AAGTGAAGTGGGTGAGCG-3')] e REP [repetitive extragenic palindromic, REP1R (3'-CGG I CTACIGC IGC IIII-5') e REP2-I (5'-CGI CTTATCI GGCC TAC-3')]. A vantagem da utilização dos "primers" específicos ERIC e REP reside no grau elevado de polimorfismo conseguido em uma única análise. Assim, a confiança nos resultados obtidos em uma reação, geralmente com maior número de bandas, é maior do que com um "primer" curto. As duas sequências repetitivas permitiram a obtenção de perfis distintos para cada uma das quatro estirpes recomendadas comercialmente para a cultura da soja, conforme pode ser constatado na Fig. 4.1. Contudo, ao contrário da análise por RAPD, os pares de estirpes SEMIA 566 X SEMIA 5079 e SEMIA 5080 X SEMIA 586 não puderam ser diferenciados por REP e ERIC-PCR (Fig. 4.2). Assim, em

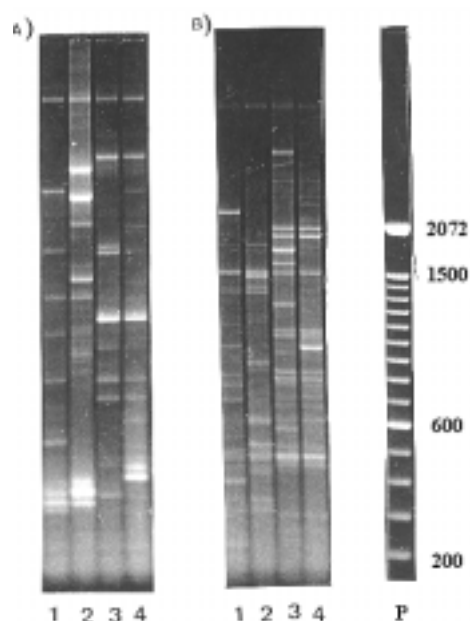


FIG. 4.1. Fragmentos de DNA das estirpes de *Bradyrhizobium* recomendadas comercialmente para a cultura da soja, (1) SEMIA 5080, (2) SEMIA 5079, (3) SEMIA 5019 e (4) SEMIA 587, obtidos pela amplificação por PCR com os "primers" específicos REP (A) e ERIC (B). A última coluna mostra o padrão de DNA com os respectivos pesos moleculares em pares de base.

solos com população estabelecida, em estudos de ecologia ou de análise a campo de respostas à inoculação, deve-se utilizar a técnica de RAPD. Já nos estudos de identificação das estirpes presentes nos inoculantes, agora produzidos em substrato desinfestado, pode-se utilizar o ERIC e REP-PCR. Essas são técnicas de baixo custo, facilmente automatizadas e que produzem perfis altamente reproduzíveis, com isso, surgem novas perspec-

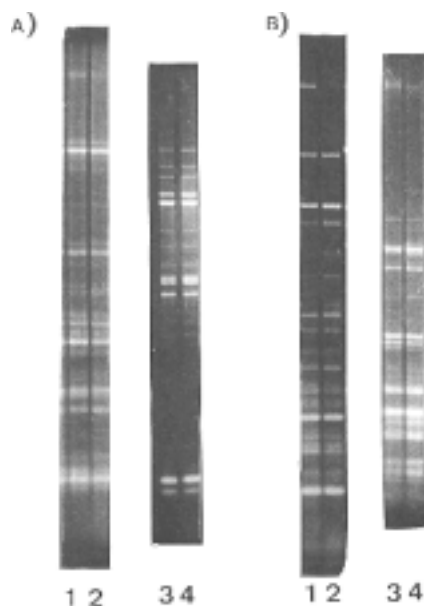


FIG. 4.2. Perfis de DNA obtidos para os pares de estirpes de *Bradyrhizobium* (1) SEMIA 586, (2) SEMIA 5080, (3) SEMIA 566 e (4) SEMIA 5079 por PCR com os "primers" específicos REP (A) e ERIC (B).

tivas para o controle de qualidade dos inoculantes e para os estudos de bradirrízóbio em solos brasileiros.

Outra técnica que permitiu a caracterização das estirpes recomendadas comercialmente, embora também não fosse capaz de distinguir entre os pares de estirpes SEMIA 566 X SEMIA 5079 e SEMIA 586 X SEMIA 5080 foi a análise do perfil de lipopolissacarídeos (segundo ALVES, L.M.C.; LEMOS, E.G.M. Soil Biol. Biochem., v.28, n.9, p.1227-1234, 1996). Conforme pode ser constatado na Fig. 4.3, foram obtidos perfis distintos para as quatro estirpes, permitindo a utilização

dessa técnica para o uso no controle de qualidade dos inoculantes.

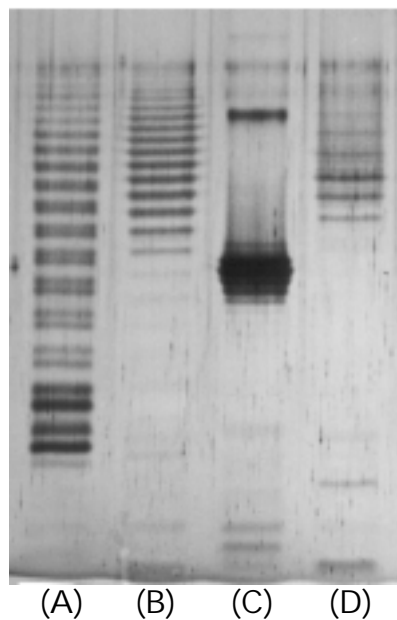


FIG. 4.3. Perfis de lipopolissacarídeos das quatro estirpes recomendadas comercialmente para a cultura da soja: (A) SEMIA 5079, (B) SEMIA 5019, (C) SEMIA 5080, (D) SEMIA 587.



4.2 Experimentação em Rede Nacional para Recomendação de Estirpes de *Bradyrhizobium* e Inoculantes (04.0.94.322-03)

Rubens José Campo, Mariangela Hungria

Conforme foi constatado nos anos anteriores, a reinoculação da soja tem aumentado as taxas de fixação simbiótica do N_2 para algumas combi-

nações de estirpes em alguns dos parâmetros avaliados. Na safra 1997/98 os resultados não diferiram, substancialmente, dos anos anteriores. Nas Tabelas 4.1, 4.2 e 4.3, são apresentados os resultados de massa de nódulos secos, N na massa das plantas secas, N total nos grãos e rendimento de grãos. As comparações entre os tratamentos foi feita entre as médias duas a duas, sempre comparadas com o tratamento sem inoculação. No experimento de Londrina (Tabela 4.1), verificou-se que os tratamentos que receberam N mineral, 20 e 200 kg de N, e o tratamento

inoculado com as estirpes SEMIA 5079 + SEMIA 5080, apresentaram uma massa de nódulos secos inferior ao tratamento sem inoculação. Essa combinação de estirpes apresentou, ainda, valores menores de massa seca das plantas e N total nos grãos, em relação ao tratamento sem inoculação. A análise dos resultados de produtividade de grãos mostra que os tratamentos sem inoculação e o tratamento onde foi aplicado 200 kg de N mineral apresentaram as maiores produtividades, entretanto, eles não diferiram da reinoculação com algumas combinações de estirpes.

TABELA 4.1. Efeito da reinoculação da soja, cultivar BR 37, com diferentes estirpes de *Bradyrhizobium* na massa de nódulos secos (MNS, mg/pl), N na massa seca (NMS, mg de N/pl), N total nos grãos (NTG, kg de N/ha) e rendimento de grãos, corrigido para 13% de umidade (kg/ha). Experimento conduzido em Londrina, PR, safra 97/98, solo LRd, com população estabelecida de *Bradyrhizobium* ($4,3 \times 10^3$ células/g de solo). Média de 5 repetições. Londrina, PR, 1998.

Tratamento	MNS	NMS	NTG	Rendimento
S/ Inoculação	27	27	168	3424
S/ Inoc. + 200 kgN ¹	13	28	177	3418
587 + 5019 ²	30	31	179	3393
587 + 5079 ³	22	26	158	3281
587 + 5080 ⁴	27	27	175	3149
5019 + 5079 ⁵	27	24	158	3291
5019 + 5080 ⁶	22	24	166	3234
5079 + 5080 ⁷	21	26	151	2922
CPAC 40 + CPAC 44 ⁸	25	25	162	3129
CPAC 42 + CPAC 45 ⁹	22	23	156	3037
Inoculação ¹⁰ + 20 kg N	17	23	161	2978
C.V. (%)	26,6	23,8	11,5	8,3
LSD 5% ¹⁰	5,0	5,04	15,5	219,0

¹N aplicado como uréia, sendo 50% no plantio e 50% aos 35 dias após emergência; ²População, $1,7 \times 10^{10}$; ³População, $4,7 \times 10^9$; ⁴População, $1,4 \times 10^{10}$; ⁵População, $7,1 \times 10^9$; ⁶População, $5,7 \times 10^9$; ⁷População, $7,0 \times 10^8$; ⁸População, $1,1 \times 10^{10}$; ⁹População, $1,1 \times 10^{10}$; ¹⁰300 ml de água açucarada mais 500g (50 kg de semente) de inoculante turfoso, estirpes (SEMIA 587 + SMIA 5019), com uma população de $1,7 \times 10^{10}$.

Esse resultado indica que nenhuma das combinações de estirpes apresentou capacidade de FBN superior à das estirpes naturalizadas, sendo que algumas delas como SEMIA 587 + SEMIA 5080, SEMIA 5079 + SEMIA 5080, CPAC 40 + CPAC 44, CPAC 42 + CPAC 45 e inoculação + 20 kg de N, apresentaram rendimentos inferiores à testemunha sem inoculação. O resultado esperado era que todos os tratamentos de reinoculação apresentassem uma produtividade similar ao do tratamento em que foram aplicados 200 kg de N. No entanto, desconhece-se a causa de

porque a eficiência de fixação de N_2 foi baixa.

Nas condições de solo cultivado de Ponta Grossa, Tabela 4.2, novamente verificou-se que os tratamentos que receberam 20 e 200 kg de N mineral reduziram a massa de nódulos secos. Observou-se, ainda, que também as combinações de estirpes SEMIA 587 + SEMIA 5019, SEMIA 587 + SEMIA 5079 e os isolados CPAC 40 + CPAC 44 apresentaram massa de nódulos secos inferior ao tratamento sem inoculação. Por outro lado, como esperado, os tratamentos sem inoculação, com e sem aplicação de 200 kg de N/

TABELA 4.2. Efeito da reinoculação da soja, cultivar BR 37, com diferentes estirpes de *Bradyrhizobium* na massa de nódulos secos (MNS, mg/pl), N na massa seca (NMS, mg de N/pl), N total nos grãos (NTG, kg de N/ha) e rendimento de grãos, corrigido para 13% de umidade (kg/ha). Experimento conduzido em Ponta Grossa, PR, safra 97/98, solo LVa, com população estabelecida de *Bradyrhizobium* ($2,0 \times 10^5$ células/g de solo). Média de 5 repetições. Londrina, PR, 1998.

Tratamento	MSN	NMS	NTG	Rendimento
S/ Inoculação	45	189	181	3075
S/ Inoc. + 200 kgN ¹	15	183	169	3078
587 + 5019 ²	35	147	200	3341
587 + 5079 ³	29	166	183	3140
587 + 5080 ⁴	40	173	164	3223
5019 + 5079 ⁵	37	147	170	3426
5019 + 5080 ⁶	42	133	185	3324
5079 + 5080 ⁷	39	145	169	3381
CPAC 40 + CPAC 44 ⁸	33	176	160	3124
CPAC 42 + CPAC 45 ⁹	40	165	185	3370
Inoculação ¹⁰ + 20 kg N	27	177	174	3190
C.V.	29,8	21,2	9,8	7,6
LSD 5% ¹⁰	8,46	28,4	14,3	201,0

¹N aplicado como uréia, sendo 50% no plantio e 50% aos 35 dias após emergência; ²População, $1,7 \times 10^{10}$; ³População, $4,7 \times 10^9$; ⁴População, $1,4 \times 10^{10}$; ⁵População, $7,1 \times 10^9$; ⁶População, $5,7 \times 10^9$; ⁷População, $7,0 \times 10^8$; ⁸População, $1,1 \times 10^{10}$; ⁹População, $1,1 \times 10^{10}$; ¹⁰300 ml de água açucarada mais 500g (50 kg de semente) de inoculante turfoso, estirpes (SEMIA 587 + SMIA 5019), com uma população de $1,7 \times 10^{10}$.

ha apresentaram produtividade inferiores às combinações de estirpes SEMIA 587 + SEMIA 5019, SEMIA 5019 + SEMIA 5079, SEMIA 5019 + SEMIA 5080, SEMIA 5079 + SEMIA 5080 e CPAC 42 + CPAC 45.

Os resultados para o solo de Ponta Grossa de primeira semeadura de soja e com população de *Bradyrhizobium* inferior a $0,0 \times 10^2$ células/g de solo estão na Tabela 4.3. Nesse experimento, todos os tratamentos inoculados, exceção feita à combinação de estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080, apresentaram massa de nódulos secos superior ao tratamento sem

inoculação. Os resultados mostraram, ainda, que não houve diferenças entre os tratamentos para massa da parte aérea seca. No que se refere ao N total nos grãos, todos os tratamentos inoculados e o tratamento com 200 kg de N foram superiores ao tratamento sem inoculação. Em relação à produtividade de grãos, à exceção da combinação de estirpes SEMIA 5079 + SEMIA 5080 e do tratamento inoculação mais 20 kg de N, que não diferiram do tratamento sem inoculação, todos os outros tratamentos apresentaram produtividade de grãos superior ao tratamento sem inoculação.

TABELA 4.3. Efeito da inoculação da soja, cultivar BR 37, com diferentes estirpes de *Bradyrhizobium* na massa de nódulos secos (MNS, mg/pl), N na massa seca (NMS, mg de N/pl), N total nos grãos (NTG, kg de N/ha) e rendimento de grãos, corrigido para 13% de umidade (kg/ha). Experimento conduzido em Ponta Grossa, PR, safra 97/98, solo LVa de primeiro cultivo de soja, com população de *Bradyrhizobium* inferior a $0,0 \times 10^2$ células/g de solo. Média de 5 repetições. Londrina, PR, 1998.

Tratamentos	MSN	NMS	NTG	Rendimento
S/ Inoculação	6	58	136	2866
S/ Inoc. + 200 kgN ¹	5	80	175	3457
587 + 5019 ²	21	64	153	3110
587 + 5079 ³	16	55	170	3067
587 + 5080 ⁴	23	48	195	3484
5019 + 5079 ⁵	24	77	174	3424
5019 + 5080 ⁶	18	59	163	3190
5079 + 5080 ⁷	11	53	155	2955
CPAC 40 + CPAC 44 ⁸	19	59	189	3319
CPAC 42 + CPAC 45 ⁹	15	52	179	3259
Inoculação ¹⁰ + 20 kg N	18	75	165	2963
C.V.	36,0	30,0	9,7	6,9
LSD 5% ¹⁰	5,2	16,8	14,9	199,0

¹N aplicado como uréia, sendo 50% no plantio e 50% aos 35 dias após emergência; ²População, $1,7 \times 10^{10}$; ³População, $4,7 \times 10^9$; ⁴População, $1,4 \times 10^{10}$; ⁵População, $7,1 \times 10^9$; ⁶População, $5,7 \times 10^9$; ⁷População, $7,0 \times 10^8$; ⁸População, $1,1 \times 10^{10}$; ⁹População, $1,1 \times 10^{10}$; ¹⁰300 ml de água açucarada mais 500g (50 kg de semente) de inoculante turfoso, estirpes (SEMIA 587 + SMIA 5019), com uma população de $1,7 \times 10^{10}$.

Consequentemente, a população de *Bradyrhizobium* desse solo era baixa e a inoculação das sementes promoveu uma boa nodulação e uma eficiente fixação simbiótica de N_2 .



4.3 Caracterização e Seleção de Genótipos de Soja para a Fixação Biológica do N_2 e Obtenção de Genótipos mais Responsivos (04.0.94.322-04)

Mariangela Hungria, Temis Regina J. Bohrer¹,
Lígia Maria de O. Chueire, Rubens José Campo,
Luciano J. de Sousa, Rinaldo B. Conceição

4.3.1 Variabilidade entre genótipos de soja quanto à capacidade de fixação biológica do N_2 .

No ano anterior, 152 cultivares de soja do banco de germoplasma da Embrapa Soja haviam sido avaliadas, em condições de substrato estéril, quanto à nodulação e capacidade de fixação biológica do nitrogênio com as estirpes estabelecidas na maioria dos solos brasileiros [*B. elkanii* SEMIA 5019, SEMIA 587 e SEMIA 566] e foram detectadas grandes diferenças, entre os genótipos, nos parâmetros de nodulação e capacidade de FBN. Em 1998 o desempenho simbiótico dessas 152 cultivares foi avaliado em condi-

ções não-estéreis, em vasos contendo solo com uma população estabelecida, por inoculações anteriores, de 10^5 células de *Bradyrhizobium*/g de solo e a seguinte composição de estirpes: SEMIA 5019:SEMIA 566:SEMIA 587, 22%:36%:34%, respectivamente, com 5% dos nódulos sem apresentar reação com nenhum sorogrupo conhecido.

Em relação aos parâmetros de nodulação, o número ($F = 3,12$, $P \neq 0,0001$) e massa de nódulos secos ($F = 3,13$, $P \neq 0,0001$) foram afetados, significativamente, pela cultivar de soja, bem como a porcentagem de nódulos na coroa da raiz principal ($F = 3,23$, $P \neq 0,0001$). Embora as todas as cultivares avaliadas tenham sido usadas no Brasil, em programas de melhoramento ou comercialmente, foram constatadas diferenças, entre os genótipos, de até duas vezes no número e massa de nódulos (Tabela 4.4). Foram constatadas, ainda, diferenças estatísticas entre as cultivares nos parâmetros de massa da parte aérea ($F = 2,12$, $P \neq 0,0001$) e das raízes secas ($F = 2,33$, $P \neq 0,0001$) (dados não mostrados) e N total acumulado pelas plantas (parte aérea + raízes + nódulos) ($F = 1,98$, $P \neq 0,0001$) (Tabela 4.4). As cultivares acumularam entre 96,6 (J-200) e 42,1 mg de N/planta (EMBRAPA 9) (Tabela 4.4). O valor médio de N total acumulado nas plantas foi de 63,7 mg N/planta e 33 cultivares acumularam

¹ Mestrado em Microbiologia da Universidade Estadual de Londrina.

TABELA 4.4. Desempenho simbiótico de 152 cultivares de soja avaliado em vasos contendo 4 kg de solo com uma população estabelecida das estirpes SEMIA 5019, SEMIA 566 e SEMIA 587. Plantas coletadas sete semanas após a germinação. Os parâmetros mostrados aqui se referem ao número de nódulos (NN, n°/planta), massa de nódulos secos (MNS, mg nódulo/planta) e N total acumulado nas plantas (NTP, parte aérea + raízes + nódulos, mg N/planta).

Cultivar	NN	MNS	NTP	Cultivar	NN	MNS	NTP
Andrews	55 ¹	252	78,0	EMBRAPA 1	47	215	66,5
BA BR-31	47	241	71,1	EMBRAPA 2	49	203	65,2
Bossier	64	289	93,1	EMBRAPA 3	52	169	56,8
BR/EMG.312	52	215	66,3	EMBRAPA 4	59	247	68,0
BR-1	53	197	59,2	EMBRAPA 5	49	217	66,9
BR-2	55	153	58,0	EMBRAPA 9	44	131	42,1
BR-3	67	170	53,1	EMG.-301	53	207	59,4
BR-4	54	182	58,2	EMG.-302	57	192	53,4
BR-5	49	170	57,5	EMG.-303	52	214	52,7
BR-6	51	208	64,3	EMG.-304	52	172	60,0
BR-7	53	155	47,7	EMG.-305	49	186	53,2
BR-8	48	161	58,2	EMG.-306	51	192	57,6
BR-12	43	157	52,8	EMG.-307	52	197	63,2
BR-13	56	240	69,3	EMG.-309	59	164	53,2
BR-14	66	248	72,3	EMG.-313	45	153	48,2
BR-15	53	187	55,0	FT-1	53	207	62,8
BR-16	59	190	57,7	FT-2	50	209	65,7
BR-23	54	193	62,1	FT-3	49	204	64,3
BR-24	50	213	70,0	FT-4	53	206	71,9
BR-27	53	230	68,2	FT-5	50	194	57,6
BR-28	54	165	46,4	FT-6	64	246	77,8
BR-29	58	237	88,8	FT-7	47	164	60,0
BR-30	65	238	63,3	FT-8	72	207	57,1
BR-32	44	156	52,4	FT-9	54	188	74,2
BR-35	46	174	55,7	FT-10	47	207	68,8
BR-36	46	206	67,0	FT-11	62	198	71,2
BR-37	68	222	65,4	FT-12	55	196	63,6
BR-38	47	170	61,6	FT-14	60	210	72,0
Bragg	56	240	69,3	FT-16	51	182	63,4
C. Gerais	61	211	67,3	FT-17	62	267	75,0
CAC-1	52	192	53,1	FT-18	65	152	58,3
CEP 10	53	186	71,1	FT-19	61	190	64,7
CEP 12	59	213	66,6	FT-20	52	206	75,5
CEP 20	51	147	47,6	FT-Abyara	65	220	65,1
Cobb	45	145	57,2	FT-Bahia	54	217	63,2
Davis	56	231	75,4	FT-Canarana	46	157	42,8
Doko	48	145	58,2	FT-Cometa	57	177	61,6
Dourados	54	208	64,1	FT-Cristalina	52	231	61,1
FT-Estrela	54 ¹	209	65,0	MS BR-39	45	192	64,8

Continua...

Cultivar	NN	MNS	NTP	Cultivar	NN	MNS	NTP
...Continuação							
FT-Eureka	54	212	71,7	Nova IAC-7	47	180	58,8
FT-Guaíra	55	206	70,3	Numbaíra	57	211	74,3
FT-Jatobá	52	190	65,3	OCEPAR 2	58	199	68,7
FT-Manacá	55	215	71,1	OCEPAR 3	58	198	56,1
FT-Maracaju	51	172	68,6	OCEPAR 4	59	243	76,6
FT-Seriema	46	167	51,6	OCEPAR 5	45	156	58,1
GO BR-25	62	182	69,2	OCEPAR 6	56	217	59,4
IAC-2	53	215	61,1	OCEPAR 7	54	215	59,0
IAC-4	54	212	67,2	OCEPAR 8	50	200	66,2
IAC-5	55	215	64,3	OCEPAR 9	46	171	57,5
IAC-6	46	186	55,5	OCEPAR 10	50	154	55,7
IAC-7	56	229	59,2	OCEPAR 11	43	151	61,1
IAC-8	52	225	73,1	OCEPAR 13	53	230	64,4
IAC-9	47	165	70,6	OCEPAR 14	60	227	56,4
IAC-11	53	182	54,2	Paranagoiana	45	150	46,5
IAC-12	48	170	64,2	Paranaíba	45	160	51,5
IAC-13	53	201	71,1	Paraná	55	231	59,2
IAC-15	53	173	69,9	Pérola	45	176	55,5
IAC-16	35	162	57,7	Planalto	45	162	55,5
IAC-100	39	157	56,0	RS 5	52	162	53,2
IAC-Foscarin	55	195	66,6	RS 6	44	151	69,5
IAC-PL-1	46	182	69,7	RS 7	52	192	65,6
IAS 4	45	180	70,1	Santa Rosa	61	235	75,6
IAS 5	47	171	61,4	Sertaneja	53	215	72,1
Invicta	65	199	65,3	SP BR-41	54	226	63,1
IPAGRO 20	51	182	65,4	Stuart	60	277	83,7
IPAGRO 21	67	229	71,1	Tiaraju	55	204	70,1
Ivaí	54	226	89,9	Timbira	49	169	64,2
J-200	56	272	96,6	Tropical	55	176	60,1
Lancer	55	245	73,3	UFV/ITM-1	55	211	59,2
MG BR-22	60	238	74,2	UFV-1	40	157	61,1
MS BR-17	59	215	65,3	UFV-5	45	156	66,4
MS BR-18	57	238	75,5	UFV-8	60	226	65,2
MS BR-19	47	188	65,2	UFV-9	52	217	59,2
MS BR-20	46	195	68,1	UFV-10	41	154	56,0
MS BR-21	48	217	63,3	União	50	176	60,0
MS BR-34	50	171	52,1	Viçoja	47	155	63,3
Média do experimento	50,7	189,2	60,9				
dms ²	25,2	72,5	23,6				
CV (%)	38,0	29,0	22,0				

¹ Médias de quatro repetições.² Diferença mínima significativa para o teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

10% a mais de N do que a média geral. Quatro dessas cultivares acumularam 30% a mais de N do que essa média geral: J-200, Bossier, Ivaí e BR-29. Em relação às piores simbioses, 33 cultivares acumularam 10% a menos do que a média do experimento e duas acumularam menos do que 44,5 mg N/planta, correspondendo a 30% a menos do que a média geral: FT-Canarana e EMBRAPA-9) (Tabela 4.4). Foram detectadas, também, diferenças nos parâmetros de eficiência nodular, definida como mg de N acumulado por g de nódulo ($F = 8,96$, $P \neq 0,0001$), que variou de 460 mg de N/g nódulo com a cultivar RS 6 a 246 mg de N/g de nódulo com a EMG.303 (dados não mostrados).

4.3.2 Avaliação de genótipos de soja para a nodulação com estirpes de *Sinorhizobium fredii* e *S. xinjiangensis*

Nas etapas anteriores deste subprojeto verificou-se que 66% de 80 cultivares testadas foram capazes de nodular com estirpes de crescimento rápido isoladas na China e classificadas nas espécies *Sinorhizobium fredii* e *Sinorhizobium xinjiangensis*. A competitividade dessas estirpes de crescimento rápido frente a *Bradyrhizobium*, porém, foi baixa. Na etapa seguinte foram, então, obtidos 30 isolados de *Sinorhizobium*, a partir de 20 solos representativos de diversas regiões do Brasil, desde o AM

até o RS. Em 1998, a capacidade de FBN dos 30 isolados de *Sinorhizobium* foi averiguada, inicialmente, sob condições de substrato estéril em casa de vegetação e a capacidade competitiva desses isolados também foi averiguada em substrato estéril, pela co-inoculação de cada isolado de *Sinorhizobium* com a estirpe de *B. elkanii* SEMIA 5019 (1 ml de uma mistura 1:1, cada uma contendo 10^9 células/ml). Constataram-se diferenças, entre os isolados brasileiros, quanto à capacidade de FBN. Nas condições de substrato estéril, alguns isolados foram promissores, por exemplo, 4, 5, 11, 12, 13, 16, 22 e 24, conforme pode ser constatado na Tabela 4.5. Esses isolados proporcionaram massa da parte aérea seca semelhante à das estirpes comerciais de *Bradyrhizobium* e superior à das estirpes representativas das espécies *S. fredii* e *S. xinjiangensis*. Contudo, no experimento sobre competitividade, constatou-se que, embora alguns isolados tivessem mostrado alta capacidade de FBN, sua capacidade competitiva contra uma estirpe de *B. elkanii* foi baixa, tanto na cultivar BR-16 como na Davis, conforme pode ser constatado na Tabela 4.6. O uso de estirpes de crescimento rápido para a cultura da soja traria benefícios, principalmente, à indústria de inoculantes, reduzindo o tempo de crescimento nos fermentadores e diminuindo a probabilidade de

TABELA 4.5. Nodulação, massa e N total acumulado na parte aérea de soja, cv. BR-16, inoculada com 30 isolados brasileiros de *Sinorhizobium*. Plantas coletadas quatro semanas após o plantio. Médias de quatro repetições.

Isolado/Estirpe	Nodulação		Parte Aérea	
	Número (nº/pl)	Massa (mg/pl)	Massa (g/pl)	N total (mg N/pl)
1	105	443	2,21	63,9
2	92	435	2,49	65,4
3	112	520	2,80	69,9
4	89	536	3,18	76,8
5	113	526	2,82	75,0
6	7	7	0,56	3,2
7	10	14	0,51	3,9
8	103	353	2,29	66,6
9	3	5	0,47	2,4
10	54	148	0,68	17,0
11	86	359	2,82	84,4
12	108	389	3,08	79,8
13	109	429	3,49	70,7
14	66	353	2,04	55,3
15	35	85	0,78	21,1
16	100	371	2,77	70,1
17	16	48	0,62	9,2
18	13	36	0,62	7,6
19	64	167	1,08	28,7
20	62	255	1,73	52,9
21	16	39	0,66	7,7
22	86	507	3,10	91,8
23	72	350	1,81	56,8
24	111	522	2,96	86,7
25	72	414	2,53	62,5
26	74	508	2,21	65,7
27	90	490	2,32	73,2
28	88	450	2,18	60,6
29	82	370	1,99	55,1
30	90	410	1,96	42,8
..... <i>Sinorhizobium fredii</i>				
USDA 205	82	193	1,24	17,6
CCBAU 114	30	150	0,91	18,9
..... Estirpes comerciais de <i>Bradyrhizobium</i>				
CPAC 7	90	409	3,04	99,4
CPAC 15	65	349	2,82	87,6
29w	72	416	2,32	72,0
SEMIA 587	76	535	3,08	92,7
..... Controle				
T - N	0	0	0,30	1,6
T + N	0	0	3,28	99,9
DMS (5%)	23	103	0,40	9,6
CV (%)	24	21	11,0	8,0

TABELA 4.6. Nodulação e ocupação dos nódulos (ON) pelos isolados brasileiros de *Sinorhizobium* e N total acumulado na parte aérea de soja, cv. BR-16 e cv. Davis, quando co-inoculados em uma mistura (1:1, v:v) com *B. elkanii* SEMIA 5019. Plantas coletadas seis semanas após o plantio. Médias de quatro repetições.

Isolado/ Estirpe	BR-16				Davis			
	Nodulação			NTPA (mgN/pl)	Nodulação			NTPA (mgN/pl)
	Número (nº/pl)	Massa (mg/pl)	ON (%)		Número (nº/pl)	Massa (mg/pl)	ON (%)	
1	138	676	0	146,1	99	656	38	131,2
2	176	668	0	127,3	105	425	24	135,5
3	128	593	0	123,0	120	654	30	132,1
4	130	554	0	130,2	109	700	20	147,5
5	132	625	0	149,7	118	685	22	129,3
6	140	540	0	119,0	117	659	12	134,8
7	160	540	0	117,8	152	681	2	131,7
8	121	595	40	146,1	100	467	30	144,5
9	123	630	0	158,2	113	712	2	146,5
10	121	620	0	145,4	104	698	10	118,3
11	101	548	40	144,5	112	621	28	138,2
12	137	652	0	165,8	98	681	7	139,3
13	132	660	15	175,0	117	685	10	142,2
14	117	650	0	149,4	116	666	10	119,1
15	154	654	0	147,2	58	300	0	66,5
16	118	682	0	148,6	109	740	0	144,2
17	120	568	75	152,5	97	607	40	152,3
18	119	580	0	128,6	116	689	0	140,9
19	125	692	0	152,2	100	694	10	144,4
20	120	627	0	144,3	110	742	0	138,2
21	90	286	0	58,6	112	642	0	115,1
22	114	685	0	150,0	100	637	0	132,2
23	151	702	0	145,2	112	660	5	144,3
24	115	677	0	138,1	108	533	5	129,4
25	144	610	0	136,1	121	720	10	144,7
26	123	590	0	135,2	107	640	5	138,2
27	125	608	0	138,8	110	600	5	122,2
28	119	600	0	140,0	118	610	2	125,6
29	118	572	0	130,2	129	640	2	138,1
30	115	580	0	129,1	115	622	0	135,5
<i>Sinorhizobium fredii</i>								
US 205	101	510	0	120,9	90	510	5	112,7
CC 114	95	493	0	118,1	81	440	0	109,4
<i>B. elkanii</i>								
29w	130	610	—	127,2	108	693	—	134,2
Controle								
T - N	0	0	—	3,2	0	0	—	2,5
T + N	0	0	—	165,1	0	0	—	149,3
DMS(5%)	44	181	6	24,8	36	165	7	19,7
CV (%)	24	20	9	9,0	26	17	12	9,0

contaminação. Os resultados obtidos até o momento, porém, indicam a inviabilidade do uso dessas estirpes em inoculantes brasileiros para a cultura da soja.



4.4 Interação entre Espécies Vegetais e Microrganismos do Solo em Sistemas de Rotação e Sucessão de Culturas em Semeadura Direta ou Preparo Convencional do Solo (04.O.94.322-05)

Mariangela Hungria, Lígia Maria de O. Chueire

4.4.1. Caracterização de 30 isolados de Sinorhizobium de solos brasileiros

Para capturar os isolados de *Sinorhizobium* foram utilizadas seis cultivares primitivas de soja e uma cultivar moderna (BR-16), que foram inoculadas com diluições de solos de 22 áreas brasileiras, virgens ou cultivadas anteriormente, sob os sistemas de semeadura direta (SD) ou plantio convencional (PC). Isolados de *Sinorhizobium* capazes de estabelecer uma simbiose efetiva com pelo menos uma cultivar primitiva de soja e a BR-16 estiveram presentes em 12 dos 22 solos. Verificou-se que o tempo de geração dos 30 isolados variou de 85 a 225 minutos e, após quatro dias de crescimento em meio com extrato de levedura-manitol com pH inicialmente

estabelecido em 6,8, o pH final variou de 3,7 a 6,9. Embora esses isolados sejam provenientes de solos com pH ácido, somente 37% deles foram capazes de crescer em meio de cultura tamponado com pH 4,0, enquanto que 60% foram tolerantes à alcalinidade (pH 9.5). A maioria dos isolados produziu quantidade abundante de polissacarídeos extra-celulares (73%), foi tolerante à salinidade (60% das estirpes cresceram em 0,5 M NaCl) e temperaturas elevadas (77% toleraram 40° C), cresceu em meio LB (67%) e sintetizou melanina *in vitro* (53%). Quando 20 parâmetros morfológicos e fisiológicos foram submetidos à análise de agrupamento pelo método UPGMA e o coeficiente de Jaccard (J), foram obtidos dois grandes grupos (não mostrado), ligados ao nível de similaridade relativa de 0,218. No grupo II ficaram quase todas as estirpes isoladas de solos sob SD e algumas das propriedades comuns desses isolados foram: colônias opacas e brancas, tempo de geração maior, inabilidade de crescer em pH 4,0 e 9,5, em NaCl 0,5 M e em LB e baixa produção de ácido em meio contendo manitol como fonte de C, resultando em um pH final máximo de 6,44. As estirpes de áreas virgens distintas (AM, DF, RS) ocuparam a parte central do grupo I e quase todas as estirpes isoladas de áreas cultivadas sob PC foram posicionadas dentro do subgrupo I-1.

Foram constatadas diferenças entre as estirpes, também, em relação à utilização de 26 fontes de C. Todas as estirpes foram capazes de utilizar 24 fontes de N, embora com diferenças no grau de utilização. Nenhuma das estirpes foi capaz de crescer, satisfatoriamente, na presença de 11 compostos que forneceriam, simultaneamente, fontes de C e N. A análise de agrupamento também produziu dois grandes grupos ao nível de similaridade relativa de 0,104 (não mostrado). O grupo II incluiu sete isolados caracterizados por uma baixa capacidade de usar fontes de C e um crescimento fraco nas fontes de N testadas. Seis desses isolados eram provenientes de solos sob SD. Os primeiros seis isolados do grupo I foram provenientes de solos do PR previamente cultivados com soja, cinco deles sob PC. Esses isolados foram os mais efetivos na utilização de fontes de C e N. Oito dos 11 isolados de áreas virgens foram posicionados no subgrupo I-1. A comparação das matrizes obtidas com os dados fenotípicos e o de utilização de fontes de C e N resultou em uma correlação de $r = 0,626$ ($P < 0.01$). A maioria dos 30 isolados apresentou resistência intrínseca aos antibióticos (em $\mu\text{g/ml}$) cloranfenicol (10), eritromicina (50), gentamicina (20), kanamicina (30), rifampicina (20) e tetraci-

clina (10) e aos metais pesados (em mM) cloreto de cobalto (0,5) e cromato de potássio (0,25).

A análise de agrupamento considerando 81 parâmetros morfológicos e fisiológicos colocou os isolados de *Sinorhizobium* provenientes de áreas virgens na parte central do dendrograma, mesmo quando provenientes de regiões distantes (não mostrado). Na parte superior do dendrograma ficaram os isolados de solos sob PC, que se caracterizaram por uma tolerância elevada a condições de estresse e habilidade de utilizar diversas fontes de C. De modo contrário, aqueles isolados de solos sob SD ficaram posicionadas na parte inferior do dendrograma, apresentando características opostas. Isso indica que, nos solos sob PC, são selecionados isolados que conseguem sobreviver sob as condições estressantes constatadas nesse sistema, como temperaturas mais elevadas e menor disponibilidade de fontes de C. Já nos solos sob SD, a necessidade de seleção para essas condições é menor. É importante salientar que esses resultados são semelhantes aos constatados e relatados neste subprojeto, no ano de 1997, para estirpes de *Bradyrhizobium* isoladas de solos sob SD ou PC.



4.5 Efeito Ecológico e Mutagênico do Al e Mn sobre o *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii* (04.0.94.322-15)

Rubens José Campo, Mariangela Hungria,
Ligia M. O Chueire, Leny M. Miura

A acidez dos solos brasileiros tem se revelado, através dos anos, como um dos fatores limitantes da produção agrícola e, no caso da soja, também da fixação biológica do N_2 . Vários trabalhos têm sido realizados para estudar os efeitos da acidez do solo, especialmente toxidez de Al e Mn, sobre a fixação biológica do N_2 na soja. Entretanto, estudos dos efeitos desses elementos sobre a bactéria responsável pela simbiose não têm sido realizados. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar a diversidade genética e a eficiência de FBN das estirpes de *Bradyrhizobium*, utilizadas nos inoculantes ao longo dos anos e os seus isolados (mutantes ou não), obtidos pela exposição das estirpes ao Al e ao Mn. Basicamente o trabalho consiste de se expor as estirpes ao Al e ao Mn, em meio de cultura e em soluções de solos ricos em Al e Mn. Os isolados expostos ao Al e Mn, mutantes ou não, e os parentais são, então, comparados quanto à sua eficiência de fixação de N_2 , diversidade genética e capacidade competitiva.

Os resultados obtidos em 1997 mostram que as oito estirpes testadas

USDA 143, SEMIA 566, SEMIA 586, SEMIA 587, SEMIA 5019, SEMIA 5039, SEMIA 5079 e SEMIA 5080 apresentaram uma tolerância inicial ao Al, em meio definido, de 500, 450, 550, 800, 800, 400, 850 e 550 μM , respectivamente. Após terem sido expostas quatro vezes ao Al, as estirpes USDA 143, SEMIA 566 e SEMIA 586 apresentaram um ligeiro decréscimo em sua tolerância ao Al. A estirpe SEMIA 5039 apresentou um acréscimo e as estirpes SEMIA 5080, SEMIA 587, SEMIA 5019 e SEMIA 5079 não sofreram alterações em sua tolerância ao Al. Conforme previsto no planejamento inicial, estas estirpes foram expostas também ao Mn em meio de cultura, meio definido, tendo como fonte de Mn o $MnSO_4$. As estirpes foram crescidas em meio de cultura com concentrações de Mn variando de 100 a 20.000 μM de Mn. Esperava-se obter, com um pH igual a 5,2, um efeito tóxico do Mn para estas estirpes em concentrações de Mn, ao redor de 1000 μM , o que não aconteceu nem a 20.000 μM de Mn. Isso indica que houve reação do Mn com algum dos componentes do meio de cultura, transformando-o em uma forma não tóxica e nenhuma das estirpes apresentou restrição de crescimento em meio de cultura contendo Mn, nas doses estudadas. Fica, assim, concluída a primeira etapa do trabalho e, a partir de agora, os

testes de exposição do *Bradyrhizobium* ao Mn e Al serão em extrato de solo.

Após a conclusão dos trabalhos de exposição das estirpes ao Al e Mn em meio de cultura, os isolados que foram expostos ao Al foram submetidos às análises de DNA para verificar se o Al exerceu alguma alteração na sua composição gênica. A caracterização genética dos parentais e dos isolados, expostos quatro vezes ao Al, foi efetuada através da amplificação dos distintos DNAs e sua comparação foi efetuada com o auxílio dos "primers" específicos ERIC e REP pela reação de PCR. As estirpes USDA 143, SEMIA 566, SEMIA 586 e SEMIA 5080 não apresentaram variabilidade genética entre os parentais e os isolados expostos ao Al. Por outro lado, isolados das estirpes SEMIA 5039, SEMIA 587, SEMIA 5019 e SEMIA 5079, expostos ao Al, apresentaram sempre uma variabilidade genética em relação aos parentais mostrando, em seus "fingerprintings", perdas e/ou ganhos de bandas em relação aos seus respectivos parentais. Assim, não se observaram correlações entre tolerância ao Al e variabilidade genética entre os isolados após exposição por quatro vezes ao Al.



4.6 Estudo da Compatibilidade, em Aplicação Conjunta nas Sementes, entre Fungicidas, Micronutrientes e Inoculantes, sobre a Sobrevivência do Bradyrhizobium e a Eficiência de Fixação Biológica do Nitrogênio (04.0.94.322-18)

Rubens José Campo, Mariangela Hungria,
Ulisses Brigatto Albino, José Zuca Moraes,
Rubson N. R. Sibaldele

A aplicação de micronutrientes e, especialmente, fungicidas às sementes de soja, juntamente com os inoculantes, sempre mereceu atenção de estudos sob as mais diversas condições. Efeitos tóxicos desses elementos têm sido relatados, principalmente, em condições controladas. Sob condições de campo os efeitos tóxicos ocorrem com a mesma intensidade, embora tenham recebido menor atenção porque sua constatação é mascarada pela presença da bactéria no solo. Segundo a literatura, para garantir uma boa nodulação nas raízes principais da soja, onde os nódulos possuem máxima eficiência de fixação de nitrogênio, é necessária uma população da bactéria na semente pelo menos 1000 vezes superior ao número de bactérias do solo, para competir com as bactérias naturalizadas no solo e formar 50 % dos nódulos. Por isso, é de suma importância que a inoculação garanta uma alta população da bactéria nas sementes.

Esforços têm sido feitos, junto às indústrias de inoculante, para a melhoria da qualidade dos inoculantes e, junto aos produtores, para que, anualmente, eles façam a inoculação das sementes. Por outro lado, surgem contradições pela: (a) importância da aplicação dos fungicidas para o controle das doenças e para uma boa emergência a campo, (b) importância dos micronutrientes (Mo e Co) para melhorar a eficiência de fixação simbiótica do N_2 e os rendimentos da soja e (c) pela facilidade de aplicação na semente, a pesquisa recomenda a aplicação nas sementes juntamente com o inoculante, reduzindo sobremaneira a população da bactéria na semente e, por consequência, a eficiência de nodulação e fixação simbiótica do N_2 . Assim, o trabalho objetiva obter uma tecnologia de inoculação das sementes de soja de forma a manter a máxima população viável da bactéria nas sementes e uma alta eficiência de fixação simbiótica do N_2 . Basicamente, os estudos consistem da instalação de experimentos em laboratório, casa de vegetação e a campo, para avaliar o grau de toxidez dos produtos que contêm os micronutrientes Co e Mo e dos fungicidas recomendados para soja de forma a buscar fontes, modos e métodos de aplicação desses produtos com os diferentes

inoculantes para compatibilização dessa aplicação conjunta.

Sob condições de laboratório avaliou-se o efeito tóxico dos fungicidas (Tabela 4.7) e dos micronutrientes (Tabela 4.8) sobre o *Bradyrhizobium* após duas e 24 horas da inoculação. Os resultados mostraram que todos os fungicidas testados apresentaram redução de, no mínimo de 20% no número de células nas sementes, contados após duas horas da inoculação. Sob essas condições, os fungicidas menos tóxicos foram Thiabendazole + Tolyfluanid, Thiabendazole + Thiram e Thiabendazole + Captan. Entretanto, quando esses fungicidas foram deixados 24 horas em contato com a bactéria, a mortalidade passou de 60% (Tabela 4.7). Com relação aos micronutrientes, os resultados mostraram que todos os micronutrientes testados, produtos comerciais ou compostos químicos, foram tóxicos ao *Bradyrhizobium* apresentando redução de, no mínimo de 17% no número de células nas sementes, contadas após duas horas da inoculação. Nessas condições, os micronutrientes Comol Cerrado, a mistura de molibdato de sódio + molibdato de amônio e o Comol foram os menos tóxicos. A mesma análise de contagem após 24 horas da inoculação mostrou que a mortalidade de células foi ainda maior, superior a 70%. Os resultados

mostraram, também, que, mesmo quando não se adicionam micronutrientes ou fungicidas às sementes, não se recomenda efetuar o plantio após 24 horas da inoculação, devido à alta mortalidade das bactérias nas sementes.

TABELA 4.7. Número de células de *Bradyrhizobium* e percentagem de redução no número de células das sementes em relação à testemunha inoculada, obtidos após duas e 24 horas e percentagem de mortalidade, após 24 horas, em função da aplicação de fungicidas e da inoculação da soja. Média de duas subamostras. Embrapa Soja. 1998.

Tratamentos Fungicidas ¹	Células após duas horas		Células após 24 horas		Mortalidade após 24 horas (%)
	Número	%	Número	%	
Testemunha sem inoculação	75	—	75	—	—
Inoculação ² (I)	3850	0	1500	0	61
Benomyl + Captan + I	1450	62	700	53	52
Benomyl + Thiram + I	2275	41	1375	8	40
Benomyl + Tolyfluanid + I	2050	47	725	52	65
Carbendazin + Captan + I	1525	60	500	67	67
Carbendazin + Thiram + I	1375	64	650	57	53
Carbendazin + Tolyfluanid + I	1100	71	200	87	82
Carboxin + Thiram + I	1975	49	750	50	62
Difenoconazole + Thiram + I	1450	62	375	75	74
Thiabendazole + Captan + I	2775	28	375	75	86
Thiabendazole + Thiram + I	2925	24	500	67	83
Thiabendazole + Tolyfluanid + I	3075	20	175	88	94

¹ Doses recomendadas de acordo com Comunicado Técnico nº 58 Embrapa Soja, 1997.

² 300 ml de água açucarada mais 50g (por 50 kg de semente) de inoculante turfoso (1/10 da dose recomendada), contendo as estirpes SEMIA 5079 + SEMIA 5080, com população de células de $3,7 \times 10^9$ por grama de inoculante.

TABELA 4.8. Número de células de *Bradyrhizobium* e percentagem de redução no número de células das sementes em relação á testemunha inoculada, obtidos após duas e 24 horas e percentagem de mortalidade, após 24 horas, em função da aplicação de micronutrientes e da inoculação da soja. Média de duas subamostras. Embrapa Soja. 1998.

Tratamento Micronutrientes ¹	Células após duas horas		Células após 24 horas		Mortalidade após 24 horas (%)
	Número	%	Número	%	
Testemunha sem inoculação	0	—	0	—	—
Inoculação ² (I)	3060	0	2330	0	24
I + (Co + Mo (molibdato Na + cloreto Co)	2400	22	110	95	95
I + Molibdato de sódio	1660	46	170	92	90
I + Molibdato de amônio	1800	41	500	78	72
I + Trióxido de molibdênio	1930	37	110	95	94
I + Ácido molibídico	680	78	640	71	6
I + Biosoja	420	86	190	91	55
I + Agrocete	370	88	210	90	63
I + Tegram (fungicida + Co + Mo)	90	97	40	98	56
I + Legumol	890	71	220	90	75
I + Pfizer (cofermol)	830	83	120	95	85
I + Comol	2200	28	140	94	94
I + Comol Cerrado	2530	17	110	95	96

¹ Para os compostos químicos as doses usadas foram de 20 g de Mo e 5 g de Co por ha e para os produtos comerciais a dose foi a recomendada pelos fabricantes.

² 300 ml de água açucarada mais 50g (por 50 kg de semente) de inoculante turfoso (1/10 da dose recomendada), contendo as estirpes SEMIA 5079 + SEMIA 5080, com população de células de $1,6 \times 10^8$ por grama de inoculante.



5

BIOLOGIA E MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS DA CULTURA DA SOJA**Nº do Projeto:** 04.0.94.324**Líder:** Dionísio Luiz Pisa Gazziero**Nº de Subprojetos que compõem o Projeto:** 04**Unidades Instituições Participantes:** Embrapa Soja, Emater

São bem conhecidas as razões da necessidade de se controlar as plantas daninhas na cultura da soja. A presença de espécies infestantes em uma lavoura causam os mais variados tipos de danos. A convivência de uma espécie com a soja poderá resultar em redução no rendimento devido a competição por luz, água e nutrientes, chegando em muitos casos a inviabilizar a colheita, isto acontece, por exemplo, em áreas de *Brachiaria plantaginea*. Muitas delas também interferem na colheita, aumentando consideravelmente a umidade dos grãos de soja (*Commelina benghalensis*), ou causando problemas às colheitadeiras, quebrando as facas de corte (*Desmodium tortuosum*) ou reduzindo o coeficiente técnico da colheita (*Ipomoea* spp.).

O presente projeto objetiva estudar a biologia e o manejo integrado através de subprojetos que contemplam diferentes linhas de pesquisa, propondo inclusive validar e difundir tecnologias em parceria com a Emater. No que se refere aos herbicidas, busca-se informações sob os efeitos na soja e nas plantas daninhas. Avalia-se a eficiência dos produtos visando as recomendações técnicas, o conhecimento sobre a resistência das plantas daninhas e a influência de fatores que possam interferir no seu controle. O comportamento das invasoras, em relação ao manejo do solo e da cultura, envolveu trabalhos sobre a dinâmica do estabelecimento, biologia e competição. Com esse projeto espera-se aumentar o nível de conhecimento técnico-científico de forma que o manejo integrado possa ser amplamente adotado, reduzindo-se desta forma o impacto que o controle das plantas daninhas tem exercido sobre o ambiente e o homem. Neste período estão em andamento quatro subprojetos cujos resultados obtidos em 1998 são apresentados, resumidamente a seguir:

5.1 Impacto do Uso de Herbicidas sobre a Comunidade Infestante e a Cultura da Soja (04.0.94.324-01)

Dionísio L.P. Gazziero, Alexandre M. Brighenti,
Elemar Voll, Warney M.C. Val,
José de Barros França Neto

No ano de referência 1998 o subprojeto contemplou diversas linhas de pesquisas, que incluiu estudos para encontrar alternativas ao uso do herbicida 2,4-D; controle de plantas daninhas em cultivares mutagênica, transgênica e não transgênica; redução dos efeitos da água dura sobre herbicidas e efeitos da dessecação na qualidade da semente de soja.

Os experimentos foram programados para atender a demanda de agricultores e técnicos, assim como para gerar informações que permitam tornar o controle de plantas daninhas uma etapa menos problemática possível.

5.1.1 Alternativas para o manejo de plantas daninhas que antecedem a semeadura direta da soja

A mistura do herbicida 2,4-D com produtos à base de glyphosate, sulfosate ou paraquat é feita comumente com o objetivo de reduzir custos e aumentar a eficiência do controle das espécies de folha larga. No entanto, têm sido relatados sérios problemas devido à deriva causada pelo 2,4-D em culturas de algodão, uva e hortaliças. Visando encontrar

alternativas para substituição deste produto nas áreas de risco, foi conduzido um experimento em Londrina, PR, em parcelas com a presença de trapoeraba (*Commelina benghalensis*), picão-preto (*Bidens spp*) e leiteiro (*Euphorbia heterophylla*). Os tratamentos consistiram na aplicação de glyphosate sozinho e em mistura com 2,4-D, flumioxazin, sulfentrazone, amônio-glufosinate e chlorimuron-ethyl. Também foi utilizado como tratamento, paraquat + diuron em mistura com diquat, com 2,4-D, com flumioxazin, além de flumioxazin isolado e uma testemunha sem aplicação. Utilizou-se delineamento experimental em blocos ao acaso com parcelas medindo 2 m x 5 m (10 m²) com 4 repetições. A aplicação foi feita com pulverizador costal a CO₂, pressão constante de 207 kPa, bicos 110.015-BD e 160 L/ha de volume de pulverização. As avaliações foram realizadas aos 8 e 15 D.A.A. (dias após aplicação) e para trapoeraba, espécie considerada problema, também aos 33 D.A.A. Aos 15 D.A.A. os tratamentos com paraquat + diuron quando em mistura com 2,4-D, com diquat ou com flumioxazin foram os de mais alto nível no controle dessa espécie, não diferindo estatisticamente entre si e do padrão. Aos 33 D.A.A, além desses, glyphosate + flumioxazin (1,44 + 0,025 kg/ha) também equivaleu-se ao tratamento padrão. Todos os tratamentos consi-

derados alternativos, e que contemplavam mistura, controlaram as outras duas espécies satisfatoriamente.

5.1.2 Eficiência e seletividade do herbicida glyphosate aplicado na cultivar transgênica BR-16 RR

Com objetivo de avaliar o comportamento do herbicida de ação total, glyphosate, quando aplicado na cultivar BR-16 RR (tolerante a esse produto), foi conduzido um experimento em Londrina, PR, delineado em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos constaram de sete doses únicas de glyphosate e, de pulverização seqüencial de duas doses, além de duas testemunhas, capinada e sem capina. Os estádios das invasoras na aplicação variou com o tratamento. As espécies avaliadas foram o amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), cujas densidades médias, na testemunha sem capina, eram de 42, 24 e 12 plantas/m², respectivamente. Houve controle total do capim-marmelada para todos os tratamentos. Para o amendoim-bravo, doses únicas a partir de 1,2 kg/ha em plantas com 6 a 8 folhas, ou seqüencial de 0,48 + 0,48 kg/ha, proporcionaram excelente nível de controle. Para trapoeraba, foram obtidos resultados satisfatórios com aplicação seqüencial. Verificou-se

ainda que, o controle cultural potencializou os efeitos do produto sobre as plantas daninhas. Para tratamentos com doses elevadas, registrou-se fitotoxicidade sobre a soja, expressa por clorose foliar, porém em níveis baixos, que desapareceram rapidamente. Quanto ao rendimento de grãos, apenas a testemunha sem capina diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. O experimento permitiu concluir que o produto foi eficiente e seletivo na modalidade de aplicação utilizada.

5.1.3 Avaliação da eficiência e seletividade de herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, aplicados em pós-emergência, em soja tolerante

Foi conduzido um experimento em Londrina, PR, com o objetivo de estabelecer alternativas preliminares para o controle de plantas daninhas com diferentes herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, não seletivos para a cultura da soja. Utilizou-se como cultivar, material originalmente tolerante ao grupo químico das sulfoniluréias. Foi utilizada a linhagem BR 97-21797, resultante do cruzamento Dx7 X BR 83-9547, tendo sido o genótipo Dx7 desenvolvido pela Dupont, por indução de mutação em Williams. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Foram aplicados os herbicidas imazethapyr 100 g/ha

(padrão), imazapic 60 g/ha, imazapic + imazapyr 30 + 30; 40 + 20 e 45 + 15 g/ha, além de duas testemunhas, capinada e sem capina. As espécies infestantes e respectivas densidades médias observadas (plantas/m²) na testemunha sem capina foram: *Euphorbia heterophylla* (92), *Commelina benghalensis* (11), *Ipomoea grandifolia* (6) e *Brachiaria plantaginea* (6). Foram efetuadas avaliações de controle, fitotoxicidade e produtividade, além do número e peso da biomassa seca/m² para cada espécie infestante. A análise dos resultados indicou elevados níveis de controle geral com imazapic (60 g/ha) isolado, embora não diferindo estatisticamente dos tratamentos em mistura com imazapyr. Esse resultado reflete os da avaliação de eficiência agrônoma para cada espécie estudada. Não foi detectada diferença estatística nos rendimentos obtidos pelos tratamentos químicos programados e pela testemunha capinada.

5.1.4 Alternativas para redução dos efeitos da alta concentração de carbonato de cálcio sobre os herbicidas glyphosate e sulfosate

Resultados de pesquisa tem mostrado que o comportamento dos herbicidas glyphosate e sulfosate pode ser alterado quando há alta concentração de carbonato de cálcio na água

de pulverização. Com o objetivo de avaliar alternativas para reduzir os efeitos da chamada “água dura” sobre o glyphosate e sulfosate foram conduzidos quatro experimentos em Londrina-PR, utilizando-se capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) como invasora reagente. As doses utilizadas nos diferentes tratamentos variaram de 240 a 1440 g/ha, com volume de pulverização e pH da solução variável conforme o experimento. Em alguns tratamentos utilizou-se 0,5 % v/v de Natur’oil, ou 0,01 % v/v de Redutil, ou 0,05 % v/v de Break True. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso com quatro repetições, com parcelas que mediram 2,0 x 4,0 m. O capim marmelada estava com 15 a 25 cm de altura, acima de 4 perfilhos, mas ainda não emborrachado. Foram realizadas avaliações visuais de controle utilizando-se escala percentual. Os resultados permitiram concluir que ocorreram pequenas diferenças quando se utilizou doses inferiores a 480 g/ha que, entretanto, não foram estatisticamente significativas. Estas diferenças tenderam a ser mais visíveis nas avaliações anteriores ao 15º dia da aplicação. A partir de 480 g/ha o efeito da alta concentração de CaCO₃ não influenciou o nível de controle da infestante, independente do volume de calda aplicado e do uso de surfactantes.

5.1.5 Avaliação da eficiência de latifoliadidas no controle de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) na cultura da soja

Um experimento foi conduzido em Londrina, PR, com o objetivo de avaliar o controle de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) com herbicidas utilizados em diferentes modalidades de aplicação. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos dos respectivos produtos e doses: diclosulam 25 e 35 g/ha (em pré-plantio-emergência), flumioxazin 60 g/ha, sulfentrazone + Metribuzin 350 + 360 g/ha (pré-emergência), cloransulam-methyl 30 e 40 g/ha, flumiclorac-pentil + cloransulam-methyl 40 + 33,6 g/ha, oxasulfuron + imazethapyr 50 + 80 g/ha, flumioxazin + cloransulam-methyl 20 + 33,6 g/ha, cloransulam-methyl + lactofen 40 + 120 g/ha, e testemunha capinada e sem capina. A pulverização foi realizada com equipamento a CO₂, com pressão de 207 kPa, o qual proporcionou volume de calda de 160 L/ha. Foram realizadas cinco avaliações visuais de controle e fitotoxicidade, além do rendimento da cultura. A partir de 47 D.A.S. (dias após a semeadura), o que corresponde 20 dias após aplicação dos pós-emergentes, observou-se que os tratamentos com controle superior a 80 % foram: flumioxazin + cloransulam-

methyl, cloransulam-methyl + lactofen, flumiclorac-pentil + cloransulam-methyl, cloransulam-methyl 40 e 30 g/ha. A exceção foi observada apenas para o oxasulfuron + cloransulam-methyl na pré-colheita da cultura. Embora tenha sido registrado elevados índices de fitotoxicidade para os tratamentos flumioxazin + cloransulam-methyl e cloransulam-methyl + lactofen, verificou-se tendência de recuperação da cultura. Desta forma, quanto ao rendimento, apenas a testemunha sem capina e o flumioxazin diferiram estatisticamente da testemunha capinada.

5.1.6 Resistência de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) aos herbicidas inibidores da enzima aceto lactato sintase (ALS)

Com o objetivo de confirmar a resistência do biótipo E-298 da planta daninha amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) aos herbicidas inibidores da enzima ALS (aceto lactato sintase), encontrada em área de cultivo de soja no município de Cafelândia, PR, foi conduzido um experimento na Embrapa Soja, Londrina, PR. As plantas provenientes da população com suspeita de resistência foram comparadas com plantas da população suscetível. Os tratamentos foram estabelecidos, considerando as doses recomendadas dos herbicidas, metade delas e, duas, quatro e oito vezes

superiores à dose recomendada. Os produtos aplicados foram cloransulam methyl nas doses 0,0; 0,015; 0,03; 0,06; 0,12; 0,24 kg/ha, mais o espalhante adesivo agral 0,2% v/v, imazethapyr nas doses 0,0; 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,8 kg/ha, imazaquin nas doses 0,0; 0,075; 0,15; 0,3; 0,6; 1,2 kg/ha, mais o espalhante adesivo assist 0,3% v/v, sulfentrazone nas doses 0,0; 0,3; 0,6; 1,2; 2,4; 4,8 kg/ha, mais o espalhante adesivo assist 0,3% v/v, e lactofen nas doses 0,0; 0,082; 0,165; 0,33; 0,664; 1,329 kg/ha. O biótipo E 298 apresentou diferentes níveis de resistência cruzada entre os herbicidas cloransulam methyl, imazethapyr e imazaquin. As curvas de dose-resposta do biótipo resistente apresentaram valores inferiores ao biótipo suscetível em todas as doses estudadas para os herbicidas cloransulam methyl, imazethapyr e imazaquin. Para os herbicidas sulfentrazone e lactofen, que apresentam mecanismos de ação diferente da inibição da enzima ALS, ocorreram altos índices de controle de ambos os biótipos.

5.1.7 Efeitos da aplicação de desseccantes foliares sobre a qualidade da semente de soja - safra 1997/98

Estima-se que cerca de 10% da área total de soja cultivada no Brasil sofram a aplicação de desseccantes foliares em pré-colheita. Os motivos

que levam os agricultores a adotar tal prática são: lavouras altamente infestadas por invasoras; lavouras que apresentaram retenção foliar ou peciolar, em consequência de problemas fisiológicos; antecipação da colheita de grãos; e antecipação da colheita de campos de sementes, visando a produção de sementes com melhor qualidade. Com relação a esta última situação, não há, até o momento, uma recomendação oficial por parte da pesquisa. Assim sendo, o presente experimento teve como objetivo, avaliar os efeitos da aplicação de desseccantes foliares sobre as qualidades fisiológica e sanitária das sementes de soja. Foram avaliadas as cultivares BR-16 e BR-37, semeadas em Londrina, PR. A aplicação dos desseccantes foi realizada em R7 e os produtos utilizados foram: glyphosate (Roundup - 1,5 l/ha); paraquat (Gramoxone - 1,5 l/ha + 0,1% Agral); diquat (Reglone - 1,5 l/ha + 0,1% Agral); amônio-glufosinate (Finale - 1,5 l/ha + 0,2% Herbitensil). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com os tratamentos em fatorial duas cultivares por cinco tratamentos, com quatro repetições. Com relação à cultivar BR-16, a aplicação dos desseccantes propiciou uma antecipação na colheita de cinco dias, em relação à testemunha, para o tratamento com paraquat e de apenas três dias para os produtos

diquat, glyphosate e amônio-glufosinate. Para a cultivar BR-37, a antecipação na colheita, em função da aplicação dos dessecantes, foi de quatro dias para o paraquat e de apenas um dia para os demais produtos.

Sementes da cv. BR-16 apresentaram maiores índices de deterioração por umidade do que às da BR-37, principalmente para o tratamento amônio-glufosinate. Tal fato acarretou reduções significativas de qualidade, no que se refere ao vigor e à viabilidade, determinados pelo teste de tetrazólio e, também, com relação à germinação e ao envelhecimento acelerado. Com relação à qualidade sanitária, destaca-se apenas o elevado índice de sementes infectadas por *Phomopsis* sp., constatado também para o tratamento amônio-glufosinate. Os demais tratamentos com dessecantes não propiciaram melhorias na qualidade de sementes, para todos os parâmetros analisados, em relação à testemunha.

Com base nos dados obtidos na presente safra e na anterior, pode-se concluir que não há embasamento técnico para a recomendação da aplicação de dessecantes foliares, visando a produção de sementes de soja de melhor qualidade.



5.2 Biologia e Competição de Plantas Infestantes da Cultura da Soja (04.0.94.324-02)

Warney M.C. Val, Dionísio L.P. Gazziero,
Elemar Voll, Alexandre M. Brighenti,
Fernando S. Adegas

5.2.1 Levantamento preliminar da ocorrência de picão-preto (*Bidens pilosa* e *Bidens subalternans*) em áreas de cultivo de soja no estado do Paraná

Entre as espécies de picão-preto que ocorrem como infestantes no Brasil, *Bidens pilosa* e *Bidens subalternans* são as mais importantes. O presente trabalho teve como objetivo verificar as espécies predominantes de picão-preto em áreas de lavoura de soja no Estado do Paraná. Sementes dessa invasora foram coletadas nas regiões de Cornélio Procopio, Umuarama, Campo Mourão, Pato Branco, Maringá, Ponta Grossa, Santo Antônio da Platina, Guarapuava, Londrina, Toledo, Apucarana e Cascavel. Em cada região, foram escolhidos cinco municípios e, em cada um, foram amostradas cinco propriedades, sendo retiradas sementes de cinco plantas, as quais foram acondicionadas em envelopes de papel, constituindo-se em amostras compostas. Dez sementes foram retiradas de cada envelope e semeadas em casa-de-vegetação. As plantas foram avaliadas diferenciando-se as duas espécies segundo as ramificações,

número de aristas por aquênio e número de aquênios por capítulo. As duas espécies ocorrem em todas as regiões do Estado. No entanto, no municípios de Sertaneja, Guaíra, Sarandi e Iguaraçu ocorreu somente *Bidens subalternans*, enquanto *Bidens pilosa* ocorreu nos municípios de Ponta Grossa, Reserva, Guarapuava e Prudentópolis. Confirmou-se nesse trabalho que a ramificação é a forma mais segura de identificação da espécie.

5.2.2 Efeito da convivência de trapoeraba (*Commelina benghalensis*) com a cultura da soja

Com o objetivo de analisar o comportamento da cultura da soja quando em convivência com plantas de trapoeraba foi conduzido um experimento na área experimental da Embrapa Soja em Londrina PR. A cultivar BR-37 foi semeada 21/11/97 com densidade de 30 plantas por m², obtida através de desbaste e com espaçamento de 0,50m entre linhas. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com parcelas de 1m² repetidas 5 vezes. As densidades da planta daninha foram 0, 10, 20, 30, e 40 plantas por m². Foram realizadas avaliações de altura de planta e de inserção das primeiras vargens, diâmetro do caule, nº de vagens por planta, nº de sementes por planta e

rendimento da cultura por ha, além da biomassa seca de trapoeraba. Nenhum parâmetro da cultura analisado, apresentou diferença estatística devido aos tratamentos. Apenas na biomassa seca foram observadas variações significativas. Foi observado atraso na emergência das plantas de trapoeraba, deixando a planta daninha em desvantagem principalmente na competição inicial. A invasora se recuperou, mostrando diferenças estatísticas na biomassa em relação às diferentes densidades, mas não o suficiente para interferir no rendimento da cultivar BR-37.

5.2.3 Convivência da planta daninha amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) com a cultura da soja no estado do Paraná

Durante o ciclo de desenvolvimento da cultura da soja ocorre infestação de muitas espécies de invasoras, as quais podem interferir severamente no seu crescimento e desenvolvimento, chegando a reduzir a produtividade de grãos. Uma das mais comuns em lavouras de soja é o amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), seja pela ampla área de abrangência de sua infestação, seja pelos danos que ocasiona, através da interferência nas plantas de soja. Com o objetivo de quantificar a influência do amendoim-bravo sobre a produtividade da cultura

da soja, foi conduzido um experimento na fazenda São Gregório, distrito de Maravilha, Londrina, PR. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 10 repetições. O experimento consistiu na colheita de 70 parcelas (1m x 1m) em uma área de produção comercial cujo manejo da cultura e do solo foi estabelecido pelo produtor. Os tratamentos foram constituídos por sete intervalos de densidade de plantas de amendoim-bravo: 0 a 10, 11 a 20, 21 a 30, 31 a 40, 41 a 50, 51 a 60 e 61 a 70 plantas/m². A cultivar utilizada foi a "FT-Abyara" com 25 plantas por metro linear. Por ocasião da colheita, a altura média das plantas de soja era de 70 mcm, enquanto que, as de amendoim-bravo era de 80 cm. Foi obtida a biomassa seca das plantas de amendoim-bravo e a produtividade da cultura de soja. Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância e de regressão. A produtividade da cultura de soja (Y) decresceu de modo linear em função do aumento da densidade da planta invasora (X) ($Y = 2402,42 - 14,15 X$). Os dados observados indicaram um decréscimo na produtividade da cultura que variou de 2310 a 1376 kg/ha para os intervalos de 0 a 10 e 61 a 70 plantas de amendoim-bravo por m², respectivamente.

5.2.4 Influência da competição de amendoim-bravo nos componentes do rendimento da cultura da soja

Com o objetivo de analisar o comportamento da cultura da soja quando em convivência com plantas de amendoim-bravo foi conduzido um experimento na área experimental da Embrapa Soja em Londrina PR. A cultivar BR-37 foi semeada 21/11/97 com densidade de 30 plantas por m² obtida através de desbaste. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com parcelas de 1m² repetidas 5 vezes. As densidades da planta daninha foram 0, 10, 20, 30, 40 e 50 plantas por m². Foram realizadas avaliações de altura das plantas e da inserção das primeiras vargens, diâmetro do caule, nº de vagens por planta, nº de sementes por planta e rendimento da cultura por ha, além da biomassa seca da planta daninha. A altura das plantas de soja foi significativamente menor nas parcelas da testemunha mantida sempre limpa, comparativamente às densidades de 40 e 50 plantas de amendoim-bravo. Os demais parâmetros analisados não mostraram diferenças, exceção quanto ao rendimento. Neste caso, ocorreu um decréscimo gradual entre a densidade 0 e 50 plantas/m², embora estatisticamente as diferenças só tenham sido detectadas entre esses dois níveis. Na

biomassa seca da planta daninha, observou-se diferenças entre dois grupos de população; até 20 planta/m² e a partir dela.

5.2.5 Convivência do amendoim-bravo com a soja: estudos em casa de vegetação

Estudos em casa de vegetação sobre a influência do amendoim-bravo nas plantas de soja, permitiram verificar os efeitos sobre a altura de plantas, peso fresco da soja e da raiz, diâmetro do caule e área foliar.

Esse trabalho constou de três experimentos. A metodologia empregada foi a mesma para todos os três, nos quais foram avaliadas 42 cultivares de soja divididos em grupos de 14 e 15 cultivares, tendo sempre a cultivar Numbaíra como testemunha. A planta daninha utilizada foi o amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*). Em cada vaso foi semeado uma cultivar juntamente com a planta daninha na relação 3:6. No primeiro experimento testou-se 13 cultivares, no segundo 14 e no terceiro 14 em cada um além de Numbaíra (testemunha). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com seis repetições. Os resultados obtidos foram os seguintes:

No primeiro experimento, as cultivares FT Cometa, FT 7 (Taroba), FT Guaíra e OCEPAR 6 foram as que mais cresceram, competindo bem com a planta daninha. A cultivar BR 16 foi

a que menos desenvolveu. A planta daninha só foi influenciada significativamente no peso da raiz e no peso fresco da planta.

No segundo experimento, assim como no experimento anterior, a influência da planta daninha foi diferente para cada cultivar, havendo casos de redução de alguns parâmetros, quando comparados com a testemunha Numbaíra. Algumas cultivares como Bossier, BR 22 e BR 20 desenvolveram bem na presença da planta daninha. Outras cultivares como BR 29, BR 21 e FT 10 foram mais influenciadas pela presença da planta daninha, havendo prejuízo no desenvolvimento quando comparados com a testemunha. Somente o comprimento da raiz não apresentou diferença significativa entre as cultivares. Nesse experimento, as cultivares BR 21 e BR 29 foram as mais sensíveis em presença do amendoim-bravo. No caso da planta daninha, a presença das cultivares não influenciou na altura da planta, peso fresco da raiz, tamanho da raiz e peso seco da raiz. Quanto aos outros parâmetros, a influência das cultivares foi significativa.

No terceiro experimento, como nos outros dois, observou-se que a influência da planta daninha foi diferente para cada cultivar. Somente os parâmetros peso fresco da planta, tamanho da raiz e área foliar não apresentaram diferenças significativas

entre as cultivares. Nesse grupo de cultivares, as melhores foram BR 8399, IAC 8 e OCEPAR 2, que foram pouco influenciados pela presença da planta daninha. Outras cultivares como Cristalina e Invicta tiveram o seu desenvolvimento prejudicado pela presença do amendoim-bravo, quando comparados com as outros cultivares. No caso da planta daninha, as cultivares estudadas só não influenciaram significativamente nos parâmetros altura da planta e tamanho da raiz. Os outros foram influenciados pela presença das cultivares.



5.3 Dinâmica do Estabelecimento de Espécies de Plantas Daninhas (04.0.94.324-05)

Elemar Voll, Dionísio L.P. Gazziero,
Alexandre M. Brighenti, Warney M.C. Val,
Fernando S. Adegas

5.3.1 Dinâmica do bancos de sementes e a convivência de plantas daninhas das espécies amendoim-bravo, balãozinho e desmódio

A pesquisa visa obter resultados de biologia das principais plantas daninhas da cultura da soja, avaliando o comportamento do banco de sementes sob manejos diferenciados da cultura da soja, após trigo.

O objetivo deste trabalho foi determinar a periodicidade, a taxa de emergência, o período de sobrevivência, bem como a capacidade competitiva das espécies amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) (EPHHL), balãozinho (*Cardiospermum halicacabum*) (CRIHA), e desmódio ou carrapicho-beiço-de-boi (*Desmodium tortuosum*) (DEDTO) com a cultura da soja. As duas últimas são de introdução recente nas diversas Regiões do Paraná, e as três assumem importância econômica em lavouras de soja nas diferentes regiões produtoras do Brasil. Os experimentos foram instalados em Londrina, em maio/1997. Cinco densidades de populações foram estabelecidas pela semeadura nos sistemas de semeadura direta (Sdir) e convencional (Scon), no sistema trigo-soja. Ajustes anuais dos bancos de sementes deverão ocorrer para se obter as densidades desejadas para competição. A duração do experimento será de cinco anos. O delineamento foi em blocos casualizados, em faixas, esquema fatorial 5x2, com quatro repetições.

♦ **Amendoim-bravo** - A produtividade média da soja foi de 3712 kg/ha, na safra 1997/98; as estimativas de redução pela competição com o amendoim-bravo foram de 15,7 kg/ha por planta/m² (Scon) e de 11,0 kg/ha (Sdir). Determinações do banco de sementes, emergência, estande e

altura de plantas foram feitas para a cultura e a espécie daninha. As taxas de emergência do a-bravo, em 1998/99, em semeadura convencional, foram de 12,5% em pré-semeadura e 19,3% em pós-emergência, em semeadura direta foram de 47,3% e 35,7%, respectivamente.

♦ **Balãozinho** - A produtividade média da soja foi de 3549 kg/ha, na safra 1997/98; as estimativas de redução pela competição com o balãozinho foram de 16,1 kg/ha por planta/m² (Scon) e de 21,3 kg/ha (Sdir). Competição significativa do balãozinho, com perdas no rendimento da soja, ocorreu com 22 plantas/m²; com metade da infestação, ocorreu produção maior do que na testemunha (não significativo), com redução no porte das plantas de soja. Determinações do banco de sementes, emergência, estande e altura de plantas foram feitas para a cultura e a espécie daninha. As taxas de emergência de balãozinho, em 1998/99, em semeadura convencional, foram de 18,0% em pré-semeadura e 14,3% em pós-emergência; em semeadura direta foram 52,7% e 24,2%, respectivamente. O balãozinho proporcionou uma cobertura intensa da soja (ciclo médio), estando com o seu ciclo terminado e não influenciando por ocasião da colheita. Foi registrado um ataque severo de doença nas plantas de balãozinho,

sugerindo ser mildio (*Peronospora farinosa*).

♦ **Desmódio** - A produtividade média da soja foi de 3469 kg/ha, em 1998; as estimativas de redução pela competição com o desmódio foram de 15,5 kg/ha por planta/m² (Scon) e de 11,3 kg/ha (Sdir). Determinações do banco de sementes, emergência, estande e altura de plantas foram feitas para a cultura e a espécie daninha. As taxas de desmódio, na safra 1998/99, em semeadura convencional, foram 0,0% em pré-semeadura e 0,44% em pós emergência; em semeadura direta foram de 0,0% e 1,0%, respectivamente.



5.4 Difusão de Tecnologias para o Manejo Integrado de Plantas Daninhas na Cultura da Soja (04.0.94.324-06)

Fernando S. Adegas, Elemar Voll,
Dionísio L.P. Gazziero, Alexandre M. Brighenti,
Warney M.C. Val

Para validação e divulgação das tecnologias que compõem o MIPD-soja, foram conduzidos 23 campos demonstrativos compostos de três áreas comparativas: testemunha sem controle, controle padrão do produtor e área de tecnologias do MIPD, nos quais foram realizados o levantamento

do banco de sementes e da flora daninha emergente. As áreas que compõem cada um dos campos demonstrativos serão colhidas separadamente, e o resultado líquido, sem impurezas e com 13% de umidade de grãos, servirá de base comparativa para avaliação e divulgação dos resultados a outros técnicos e grupo de produtores. Os municípios de instalação destes campos foram: Andirá, Lobato, Floresta, Mamborê, Cafelândia (02), Cascavel, Santa Terezinha do Itaipú (03), Clevelândia, Saudade do Iguaçu, Bom Sucesso do Sul, Guarapuava (2), Pinhão (3), Boa Esperança, Castro (2), Campo Mourão e Cafelândia (2).

Ponto principal do subprojeto, a capacitação da assistência técnica atingiu 91 técnicos em todo o Estado. Da EMATER-Paraná foram 65 técnicos das seguintes regiões administrativas: Santo Antonio da Platina (01), Cornélio Procopio (09), Londrina (09), Apucarana (04), Maringá (06), Campo Mourão (01), Toledo (04), Cascavel (14) e Paranaíba (17). Da iniciativa privada foram 26 técnicos das seguintes empresas: Copacol (01), Cocari (01), Coopervale (01), Coagru (01), Cooperativa Integrada (16), Coofercatu (05) e Cereagro (01). Esta capacitação foi realizada através de

08 treinamentos, com conteúdo teórico e prático específicos do MIPD e tecnologia de aplicação de herbicidas.

Os técnicos capacitados, também denominados monitores, são os responsáveis pelo treinamento e assessoramento dos produtores da área abrangida neste subprojeto, cujas metas são de 120 propriedades acompanhadas, num total de 3.600 ha, com redução de 10% na utilização de herbicidas. O cumprimento de tais objetivos e metas só poderão ser avaliados após o término da presente safra 98/99, objeto da primeira etapa deste subprojeto.

Técnicos de campo da EMATER-Paraná, Corol, Cocari, Coamo, Coagru, Coopervale, Coopavel, Copacol, Cooprossel, Agrária e Fundação ABC, realizaram nas principais regiões produtoras de soja do Estado, 252 entrevistas diretas com agricultores, de um total de 260 programadas. Com a tabulação dos dados dos levantamentos, teremos o diagnóstico da situação das plantas daninhas e seu controle em lavouras de soja no Paraná, subsidiando-nos na avaliação e reprogramação das ações futuras da Área de Plantas Daninhas.



5.5 Dinâmica do Estabelecimento de Espécies de Plantas Daninhas (04.0.94.324-05)

Elemar Voll, Dionísio L.P. Gazziero,
Alexandre M.S. Brighenti, Warney M. Costa Val,
Fernando S. Adegas

Para manejar um sistema é necessário avaliá-lo adequadamente. A aplicação de herbicidas é uma tecnologia que ainda se vale de avaliações empíricas para fazer suas recomendações técnicas.

O objetivo dos trabalhos é determinar efeitos de práticas de manejo integrado no controle de espécies de plantas daninhas em lavouras de soja, após culturas de inverno, e estabelecer um sistema predictivo de controle, baseado no conhecimento da biologia das espécies, dos fatores que os determinam, e nas considerações econômicas.

5.5.1 Validação de tecnologia - Levantamento de Banco de Sementes/ MIPD

Com base na metodologia de pesquisa, conduzida a partir de 1988 na Embrapa Soja, em 1998/99 foram conduzidas 22 Unidades de Observação (U.Os) (antigas e novas), em lavouras de soja de produtores paranaenses, compreendendo o levantamento do banco de sementes e da flora daninha emergente, determinando-se também as produtividades da soja e os respectivos cus-

tos de produção. Estão envolvidos agrônomos colaboradores da EMATER/PR, das Cooperativas COAMO, COPACOL, COOPAVEL e VALCOOP, bem como das Fundações FAPA (Agrária/Guarapuava) e ABC (Castro). O objetivo visa recomendações de manejo integrado de controle de espécies daninhas a níveis críticos, técnicos, econômicos e de proteção ao meio ambiente.

Dentro de cada lavoura dos produtores, representativa de um sistema de produção, foram conduzidos três áreas próximas, variando entre 0,25 a 0,5 ha, assim distribuídas: a) uma área com tecnologia do produtor, de controle de plantas daninhas de uso corrente; b) outra como testemunha sem controle, para fins de obtenção de dados do banco de sementes, de emergência de plantas e de produção de soja sob competição, e c) uma terceira área, com manejo alternativo de controle, definido pela assistência técnica (opcional).

Os resultados de levantamento dos bancos de sementes obtidos são apresentados na Tabela 5.1. Uma análise, pela metodologia sugerida por Forcella & Lindstrom (1988), nos indica que no Nível ZERO (até 250 sementes/m²), de não aplicação de controle, apenas duas áreas (1 a 3) estariam incluídas; no Nível PÓS (entre 250 e 700 sementes/m²), em que pode ser necessário algum herbicida

TABELA 5.1. Unidades de observação acompanhadas no Estado do Paraná, em 1998.

Local	Espécies (sementes/m²)											
	Gramíneas		Folhas largas									
	BRA ¹	DIG ²	ACN ³	BOI ⁴	BID ⁵	COM ⁶	DED ⁷	EPH ⁸	IPO ⁹	AMA ¹⁰	SID ¹¹	Tota ex
01 Agrária II- FN	0	10	0	0	10	60	0	20	0	0	0	0
02 Cafelândia D	0	20	0	0	0	10	0	0	0	50	0	0
03 Faz. Potinga	40	80	0	80	0	40	0	30	0	0	0	0
04 S.T.ItaipuBEv	190	120	10	0	30	100	0	50	0	180	130	0
05 COOPAVEL	60	0	0	20	20	0	0	20	0	930	0	0
06 Boa Esperança	10	10	0	0	20	110	0	210	20	0	0	0
07 Pensamento	10	0	0	0	40	0	0	150	0	120	30	0
08 COAMO	0	30	0	70	0	0	0	40	10	320	10	0
09 FcoS98(nova)	0	40	0	40	60	440	0	90	0	740	100	0
10 Fund. ABC												
1. Ceph	22567	5883	0	117	0	0	0	667	0	0	17	0
2. Cgram	1417	817	0	50	0	0	0	1933	0	0	133	0
11 Cafelândia-EE	3790	50	0	0	180	90	0	170	20	30	30	0
12 N.Sta.Bárbara	3230	250	130		280	30	670	40	60	90	40	0
13 Pinhão	1080	300	0	0	30	0	0	670	0	0	0	0
14 Andirá	210	1510	90	0	20	740	0	0	0	410	0	0
15 Lobato	170	57227	0	0	10943	680	0	0	0	0	23577	0
16 Clevelândia	150	0	0	5750	0	0	0	50	100	0	300	0
17 Agrária I	30	450	0	370	0	0	0	800	10	0	230	0
18 Fco. Schreiner	20	0	0	0	2230	0	0	880	10	30	0	0
19 Floresta	10	60	0	0	10	3490	0	130	0	40	0	0
20 Mamborê	50	0	0	10	0	10	0	310	0	0	2360	0
21 Bom Sucesso	10	0	0	0	0	0	0	190	50	50	0	0
22 S.T. Itaipu CS	70	50	0	0	10	260	0	60	0	190	260	0
23 S.T.ItaipuBCh	30	0	0	0	20	10	0	0	0	10	20	0

¹capim-marmelada; ²capim-colchão; ³carrapicho-de-carneiro; ⁴erva-quente; ⁵picao-preto; ⁶trapoeraba; ⁷desmódio; ⁸amendoim-bravo; ⁹cor
¹⁰caruru; ¹¹guanxuma; ¹²poala; ¹³orelha-de-urso; ¹⁴Maria-preta; ¹⁵joá-de-capote; ¹⁶nabiça; ¹⁷c. carrapicho; ¹⁸c. arroz; ¹⁹erva-de-bicho; ²⁰tir
com controle (C/C) de amendoim-bravo; 10.2. C/C de capim-marmelada.

pós-emergente ou suas misturas, estão incluídas quatro áreas (4 a 9) e, no Nível PRÉ (acima de 700 sementes/m²), que pressupõe a necessidade de usar algum herbicida de pré-emergência, com efeito residual, de duração mais prolongada, estariam as quatorze áreas restantes. Os níveis estabelecidos são influenciados pela taxa de emergência de cada espécie, principalmente, e respectiva eficiência competitiva. Dados de produção e de custo/benefício serão relatados com a participação dos colaboradores.

5.5.2 Competição relativa de algumas espécies de plantas daninhas

Um experimento para avaliação da competição relativa de espécies de plantas daninhas, em relação a

cultivares de soja de ciclos vegetativo precoce (Embrapa-48) e médio (Embrapa-62), foi instalado em Nov./1998. Foram testadas quatro espécies daninhas ajustadas às densidades de zero, 10 (15) e 20 (30) plantas/m². Foram determinados os rendimentos das cultivares de soja e estabelecidas as equações de regressão linear (Tabela 5.2). Os coeficientes de X, em valores negativos, expressam as perdas por unidade de planta daninha/m² em competição/espécie/cultivar. As perdas em ordem decrescente são para: fedegoso (CASOB) > corda-de-violão (IAOGR) > amendoim-bravo (EPHHL) > capim-marmelada (BRAPL). Na amplitude das densidades de plantas daninhas testadas, na Tabela 5.3 são estimadas as populações que

TABELA 5.2. Equações de regressão linear para perda de produção (Y) e coeficientes de ajuste (r²) para quatro espécies de plantas daninhas, em competição com duas cultivares de soja de diferentes ciclos vegetativos, em 1998/99.

Espécie daninha	Soja cv. Embrapa-48 (C. precoce)	Soja cv. Embrapa-62 (C. médio)
Amendoim-bravo (EPHHL)	$Y = -47,195x + 2890,8; r^2 = 0,89$	$Y = -48,857x + 2756,7; r^2 = 0,85$
Capim-marmelada (BRAPL)	$Y = -25,333x + 2503,7; r^2 = 0,96$	$Y = -36,027x + 2325; r^2 = 0,68$
Corda-de-violão (IAOGR)	$Y = -58,637x + 2768,1; r^2 = 0,98$	$Y = -58,038x + 2401,7; r^2 = 0,84$
Fedegoso (CASOB)	$Y = -97,854x + 2844,4; r^2 = 0,93$	$Y = -81,878x + 2521,2; r^2 = 0,99$

TABELA 5.3. Produtividades mínimas obtidas pela equação da curva, com derivação.

Espécie Daninha	Soja cv. Embrapa-48 (C. precoce)	Soja cv. Embrapa-62 (C. médio)
Amendoim-bravo (EPHHL)	$X = 25,4 : Y = 1689 \text{ kg/ha (56\%)}$	$X = 24,2 : Y = 1471 \text{ kg/ha (50\%)}$
Capim-marmelada (BRAPL)	$X = 22,1 : Y = 2042 \text{ kg/ha (80\%)}$	$X = 8,9 : Y = 1786 \text{ kg/ha (75\%)}$
Corda-de-violão (IAOGR)	$X = 16,9 : Y = 2027 \text{ kg/ha (73\%)}$	$X = 7,9 : Y = 1850 \text{ kg/ha (75\%)}$
Fedegoso (CASOB)	$X = 13,5 : Y = 1599 \text{ kg/ha (55\%)}$	$X = 12 : Y = 1505 \text{ kg/ha (60\%)}$

X = número de plantas/m²; Y = produção de soja, kg/ha a 13% de umidade.

causam as produções mínimas, em função da estimativa feita através de equações curvilineares e derivação. Acima desse número de plantas daninhas deverá ocorrer a competição intraespecífica.

5.5.3 Dinâmica das espécies de plantas daninhas desmódio, balãozinho e amendoim-bravo sob diferentes manejos de solo e nível de competição

O objetivo foi determinar através do levantamento anual do banco de sementes de plantas daninhas no solo, das espécies amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), desmódio (*Desmodium tortuosum*) e balãozinho (*Cardiospermum halicacabum*), as suas taxas de emergência, sobrevivência, competição e aspectos fenológicos, em lavouras de soja, que por extensão, permitam predizer sua importância econômica no estabelecimento de lavouras. As duas primeiras espécies, o desmódio e o balãozinho, são plantas daninhas de introdução recente nas lavouras de soja do Paraná e, já assumem importância econômica, juntamente com o amendoim-bravo.

As taxas de emergência do balãozinho, em semeadura convencional, foram de 18,0% em pré-semeadura e 14,3% em pós-emergência; em semeadura direta foram de 52,7% e 24,2%, respectivamente. O balãozinho em competição, em semeadura

convencional, até 25 plantas/m², resultou numa equação linear de produção $(y) = -28,194x + 3741,6$; $r^2 = 0,59$; o ajuste curvilinear, com $r^2 = 0,76$, após derivação, estima uma produção mínima de $(y) = 3154$ kg/ha, para um número de plantas $(x) = 17$. De igual modo, em semeadura direta o ajuste linear foi $y = -18,244x + 3615,5$; $r^2 = 0,67$. O ajuste curvilinear, com $r^2 = 0,81$, após derivação, estima uma produção mínima $(y) = 3201$ kg/ha, para um número de plantas $(x) = 29$.

As taxas de emergência do a-bravo, em semeadura convencional, foram de 12,5% em pré-semeadura e 19,3% em pós-emergência; em semeadura direta foram de 47,3% e 35,7%, respectivamente. O a-bravo em competição, em semeadura convencional, resultou numa equação linear de produção $(y) = -24,174x + 3288,4$; $r^2 = 0,98$; o ajuste curvilinear, com $r^2 =$, após derivação, estima uma produção mínima de $(y) = Y$ kg/ha, para um número de plantas $(x) = X$. De igual modo, em semeadura direta o ajuste linear foi $y = -14,604x + 3052,9$; $r^2 = 0,17$. O ajuste curvilinear, com $r^2 = 0,78$, após derivação, estima uma produção mínima $(y) = 2236$ kg/ha, para um número de plantas $(x) = 19$.

As taxas de emergência do desmódio, em semeadura convencio-

nal, foram de 0% em pré-semeadura e 0,44% em pós-emergência; em semeadura direta foram de 0% e 1,0%, respectivamente. O desmódio em competição, em semeadura convencional, resultou numa equação linear de produção $(y) = -58,264x + 3619,8$; $r^2 = 0,68$; o ajuste curvilíneo, com $r^2 = 0,99$, após derivação,

estima uma produção mínima de $(y) = 2814$ kg/ha, para um número de plantas $(x) = 13$. De igual modo, em semeadura direta o ajuste linear foi $y = -54,064x + 3382,0$; $r^2 = 0,88$. O ajuste curvilíneo, com $r^2 = 0,89$, após derivação, estima uma produção mínima $(y) = 1291$ kg/ha, para um número de plantas $(x) = 63$.



6

SUBPROJETOS DE PROJETOS EXTERNOS À EMBRAPA SOJA

6.1 Zoneamento Agroclimático das Principais Culturas de Grãos no Brasil (04.0.94.065)

Líder do projeto:

Silvando Carlos da Silva

Unidade de Origem:

Embrapa Arroz e Feijão

O presente projeto tem por objetivo delimitar as áreas de menor risco climático às culturas do arroz, feijão, soja, milho e trigo, a partir da caracterização agroclimática das distintas regiões produtoras, em função das necessidades climáticas das culturas em questão. O projeto é composto por subprojetos que abrangem cada uma das culturas em estudo, com as ações sob responsabilidade dos respectivos centros de produtos (Embrapa Arroz e Feijão, Embrapa Soja, Embrapa Milho e Sorgo e Embrapa Trigo). A caracterização agroclimática das regiões está sendo executada pela Embrapa Cerrados. O término da atividade deste projeto está previsto para 1999.

6.1.1 Zoneamento agroclimático da cultura da soja no Brasil (04.0.94.065-03)

José Renato Bouças Farias,
Ivan Rodrigues de Almeida, Antônio Garcia,
Marcos Valdemir Buche, Anderson Saquetti

Na moderna agricultura, incrementos nos rendimentos e redução dos custos e dos riscos de insucesso dependem cada vez mais do uso criterioso dos recursos. Nesse processo, o agricultor deve tomar decisões em função dos fatores de produção disponíveis e dos níveis de risco envolvendo sua atividade, visando a obtenção de uma maior rentabilidade. Dentre todos os fatores envolvidos na produção agrícola, o clima apresenta-se como um dos únicos praticamente incontrolável. A disponibilidade hídrica é um dos principais fatores responsáveis pela variabilidade dos rendimentos da cultura da soja no tempo e no espaço. Definindo áreas menos sujeitas a riscos de insucessos devido a ocorrência de adversidades climáticas, o zoneamento agroclimático constitui-se numa ferramenta de fun-

damental importância em várias atividades do setor agrícola. Num trabalho envolvendo várias instituições (MA, FINATEC, EMBRAPA, ANEEL, INMET, IAPAR), o presente subprojeto tem por objetivo final fornecer informações para subsidiar a definição de políticas agrícolas e a tomada de decisões pelo setor produtivo, visando reduzir os riscos de perdas devido a ocorrência de déficits hídricos.

Foram definidas as áreas com maior ou menor probabilidade de ocorrência de déficit hídrico durante a fase mais crítica da cultura, as quais foram caracterizadas como favoráveis, intermediárias e desfavoráveis, em função das diferentes épocas de semeadura, das disponibilidades hídricas de cada região, do consumo de água nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, do tipo de solo e do ciclo da cultivar. Até o momento, juntamente com a Embrapa Cerrados e Embrapa Agropecuária Oeste, foram realizados os zoneamentos agroclimáticos da cultura da soja para os estados de Goiás, Tocantins, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, região oeste da Bahia, sul do Maranhão e sul do Piauí, para duas cultivares hipotéticas de soja (precoce e tardia) e três tipos de solo por estado. Foram usadas séries pluviométricas de várias estações por estado contendo, no mínimo, 15 anos

de dados diários para cada local. Em todos os estados, foram feitas simulações para várias datas de plantio (nove ou doze períodos de dez dias cada), as quais procuram englobar os períodos recomendados pela pesquisa. Para a espacialização dos resultados, cada valor de ETr/ETm observado durante a fase mais crítica ao déficit hídrico (R1-R6), foi associado à localização geográfica da respectiva estação pluviométrica, para posterior elaboração dos mapas utilizando-se um sistema de informações geográficas (SGI). Para definição das áreas de maior ou menor probabilidade de ocorrência de déficit hídrico na fase mais crítica, foram estabelecidas três classes, de acordo com a relação ETr/ETm obtida: favorável ($ETr/ETm \geq 0,65$); intermediária ($0,65 > ETr/ETm > 0,55$); e desfavorável ($ETr/ETm \leq 0,55$). Posteriormente, para cada estado em estudo, foram elaborados 54 ou 72 mapas decorrentes da combinação de nove ou doze períodos de semeadura, três tipos de solo e duas cultivares. Cada um dos mapas representa a combinação de um dos níveis de cada fator acima, isto é, cada mapa representa a classificação das diferentes áreas do estado para uma dada época de semeadura, em função do tipo de solo e da cultivar.

Em 1998, foram revisadas, corrigidas e elaboradas novas tabelas do zoneamento agroclimático da cultu-

ra da soja para os estados de Goiás, Tocantins, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Bahia, Maranhão e Piauí, procurando fazer com que o trabalho expresse melhor a realidade observada a campo ao longo dos anos. Foram realizadas novas simulações, com novos conjuntos de dados meteorológicos, gerando informações mais precisas para os locais em que verificou-se algum problema. Especificamente para o Mato Grosso do Sul, efetuou-se um trabalho mais detalhado, procurando-se aproximar os resultados gerados pelo zoneamento com as séries de observações verificadas a campo, nos últimos anos. Devido ao pequeno número de estações de precipitação pluviométrica (46 estações) e de evapotranspiração (6 estações), as informações inicialmente geradas pelo trabalho, utilizando a metodologia até então adotada, não estavam refletindo fielmente as situações observadas a campo. Desta forma, em trabalho conjunto com a Embrapa Agropecuária Oeste, desenvolveu-se nova metodologia, adaptada especificamente às particularidades do Mato Grosso do Sul. Para isto, foram comparados os resultados obtidos com valores observados em safras anteriores. Todas estas informações foram espacializadas utilizando-se um SIG e novos mapas foram gerados, procedendo-se um ajuste fino das informações gera-

das, resultando em recomendações mais próximas da realidade daquele estado. Na Fig. 6.1 é apresentado o resultado das simulações para cultivar de ciclo precoce, solo de média retenção de água (35mm) e nove épocas de semeadura, para o estado do Mato Grosso do Sul. As áreas favoráveis representam as regiões onde é menor o risco de ocorrência de déficit hídrico durante as fases mais críticas (floração e enchimento de grãos). Porém não indicam, necessariamente, a obtenção dos maiores rendimentos de grãos. Nem todos os municípios favoráveis são aptos ao cultivo da soja. Além da disponibilidade hídrica, outros fatores devem ser considerados para avaliar a viabilidade da exploração desta cultura com sucesso numa dada região. Por outro lado, muitas das áreas classificadas como intermediárias e/ou desfavoráveis podem ser enquadradas como favoráveis, devido a práticas de manejo do solo e da cultura que permitem às plantas superarem curtos períodos de adversidade climática. As informações geradas por este trabalho podem e devem ser usadas com cautela, levando-se em conta características particulares de cada produtor e/ou região, buscando-se o refinamento destas informações. Este trabalho não está encerrado, devendo ser aprimorado, levando-se em conta todo o conhecimento acumulado pelo cultivo da soja nas diferentes regiões

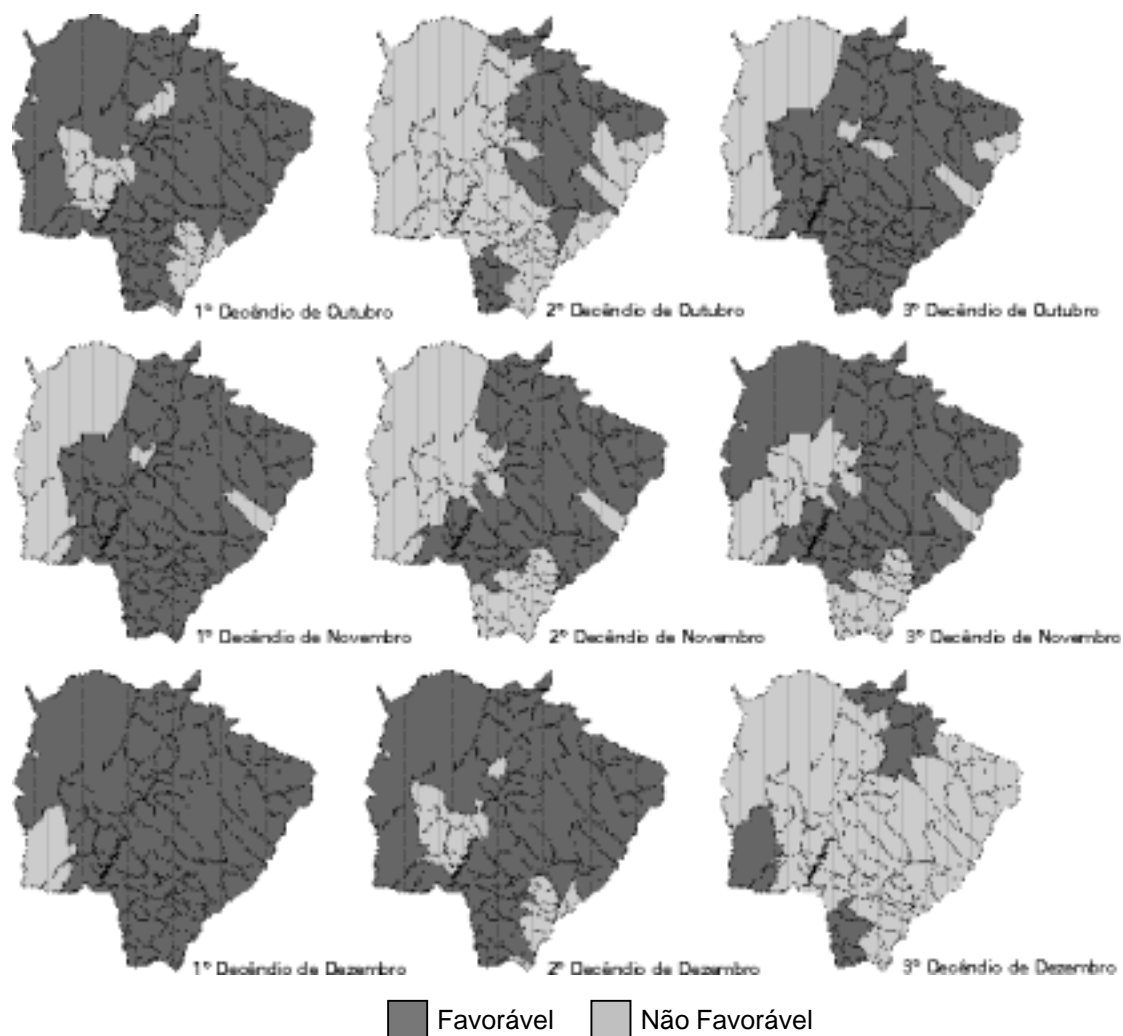


FIG. 6.1. Zoneamento agroclimático da cultura da soja, cultivar de ciclo precoce e solo de média retenção de água (35mm), para nove épocas de semeadura, no estado do Mato Grosso do Sul. Embrapa Soja, Londrina, 1999.

há vários anos. Para ser concluída com êxito, esta tarefa exigirá mais tempo e a participação de vários outros segmentos do setor agrícola. No final de 1998, teve início a confecção de um software, a ser disponibilizado na forma de CD-ROM e pela Internet, sobre o zoneamento da cultura da

soja, contendo tabelas e mapas com recomendações de épocas de semeadura e de cultivares, e demais informações referentes aos resultados deste trabalho.



6.2 Desenvolvimento de Cultivares de Trigo para o Estado do Paraná (04.0.94.341-06)

Dionisio Brunetta, Sergio Roberto Dotto,
Luis César Tavares

O Estado do Paraná, que é destaque na produção nacional de trigo, apresenta grandes diferenças edafoclimáticas com respeito à cultura. Em consequência, faz-se necessário o desenvolvimento de um maior número de genótipos com boa estabilidade de rendimento de grãos, resistência às enfermidades e adaptação a uma ou mais regiões específicas. Com a exigência de padrões de qualidade de industrialização e, principalmente, de qualidade de panificação como novos importantes fatores na comercialização, torna-se necessária, também, a criação e/ou introdução de cultivares com boas características de panificação.

Para tanto, o programa de melhoramento genético de trigo da Embrapa Soja, vem introduzindo e testando as novas linhagens (linhas homozigotas) criadas pelas Embrapas: Trigo e Cerrados. Também, vem introduzindo e testando as novas linhagens criadas pelo CIMMYT (Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo), as quais são provenientes de germoplasma que se mostrou adaptado às condições edafoclimáticas do Paraná, principalmente, em solos sem

a presença de alumínio trocável. Paralelamente à introdução de germoplasma de outras unidades e aproveitando a estrutura da Embrapa Soja, principalmente seus campos experimentais, tem-se condições de criar novas cultivares de trigo a partir de populações segregantes provenientes de hibridações artificiais efetuadas pelas Embrapas Soja e Trigo, visando, especificamente, as condições edafoclimáticas do Paraná. A grande vantagem desta atividade é que possibilita a criação de cultivares a partir de seleções efetuadas em gerações precoces até a fixação dos caracteres, nas condições ambientais do Estado.

Cumprе ressaltar que os trabalhos vêm sendo realizados em estreita colaboração com a equipe de pesquisadores da Embrapa Trigo, tanto que, este subprojeto é vinculado ao projeto "Melhoramento genético de trigo para o Brasil", de responsabilidade da Embrapa Trigo. Finalmente, ao se criar ou introduzir novas cultivares, necessita-se de avaliação, produção de semente genética e difusão das mesmas. Estes processos estão sendo feitos através de ensaios preliminares e ensaios regionais em rede de experimentação com outras instituições; pequenas e médias parcelas de produção de sementes; unidades demonstrativas, dias de campo e visitas técnicas.

6.2.1 Híbridações artificiais, populações segregantes e coleções de observação

a) Desenvolvimento de novas cultivares

Através de híbridações artificiais realizadas, entre genótipos de trigo previamente selecionados, obtém-se populações segregantes, que, submetidas a determinado método de melhoramento, no caso específico deste subprojeto o genealógico, conduzem à obtenção de novas linhagens homozigotas.

Em Londrina, em 1998, o Bloco de Cruzamento foi composto por 94 genótipos e foram realizadas 346 híbridações. Além dos cruzamentos simples, em 1998, deu-se ênfase à realização de cruzamentos duplos (F1 x F1) e triplos (F1 x genótipo fixo). Visa-se obter novos genótipos com melhor comportamento agrônomo, ampla adaptação no Estado do Paraná e introdução de resistência às principais enfermidades no germoplasma existente, mais especificamente, ferrugem da folha (*Puccinia recondita*), oídio (*Erysiphe graminis tritici*), manchas foliares (*Bipolaris sorokiniana*, *Drechslera tritici repentis*) e giberela (*Fusarium* spp.). Outras características importantes para o bom desempenho da cultura do trigo, tais como, resistência à germinação na espiga, ao acamamento, tolerância ao alumínio tóxico e boa qualidade industrial do grão também são consideradas.

No ano de 1998, foram conduzidas, em Londrina, populações segregantes provenientes de seleções efetuadas em 1997, bem como, populações segregantes recebidas da Embrapa Trigo. Parte da semente das populações segregantes foi enviada a Embrapa Trigo, para semeadura em Passo Fundo, onde as condições ambientais são diferentes das de Londrina e permitem uma seleção mais eficiente para resistência às doenças. Em Londrina, obtém-se maior eficiência na seleção para caracteres de rendimento, tipo agrônomo e qualidade industrial.

Durante o ciclo da cultura do trigo em 1998, ocorreu elevada precipitação devido à ocorrência do fenômeno meteorológico conhecido como "el ninho". As temperaturas oscilaram durante o período, próximas às consideradas normais para o Paraná nesta época do ano, sem a ocorrência de geadas, mesmo nas áreas mais frias do Estado. Algumas doenças, principalmente o oídio e a ferrugem da folha, ocorreram em níveis mais elevados que em anos anteriores, proporcionando condições muito boas para seleção. Em Londrina, a ocorrência de giberela foi em níveis significativamente mais elevados que em anos anteriores. Devido à ocorrência de chuvas contínuas durante 5 dias na primeira semana de setembro, em Londrina, ocorreu elevado índice

de germinação na espiga nos genótipos que estavam em processo de colheita. Tendo em vista a variabilidade genética existente entre o germoplasma de trigo, este fator desfavorável teve o efeito positivo de propiciar condições excepcionais de seleção para tolerância à germinação na espiga.

A seleção de plantas no campo, foi complementada pela observação visual das características das sementes, efetuada após a trilha individual de cada planta, mantendo-se preferentemente as bem formadas, com textura dura e com menores níveis de grãos germinados. De um total de 23.938 plantas selecionadas no campo, foi mantida sementes de 7.270 (30,3%) para semeadura em 1999.

Na Tabela 6.1, tem-se um resumo das populações segregantes semeadas na Embrapa Soja, em Londrina, PR, no ano de 1998, com os resultados das seleções efetuadas. Foram selecionadas 243 progênies que já se encontravam fixas. Estas receberam a denominação de linhagens e foram batizadas com as siglas WT e PF. A maioria será avaliada em ensaios preliminares de primeiro ano em 1999, que serão instalados em Londrina, Campo Mourão e Ponta Grossa. Outras serão avaliadas em coleções especiais a serem instaladas nos mesmos locais.

b) Coleções de observação

Os genótipos fixos selecionados em Londrina e/ou introduzidos de outras instituições, são distribuídos em coleções de observação para uma primeira avaliação de suas características agronômicas. Estas coleções são preparadas de acordo com as necessidades e objetivos do programa e semeadas em um ou mais locais. São realizadas avaliações visuais à campo, rendimento de grãos, comparando-se com testemunhas padrões, e avaliação visual de grão.

No ano de 1998, foram semeadas, em Londrina, oito coleções de observação, onde figuravam 1.339 linhagens. Após seleção ao nível de campo e pelo aspecto de grãos, foram mantidas 169, Tabela 6.2. As linhagens que apresentaram semente suficiente foram promovidas a ensaios preliminares de primeiro ano. As demais serão multiplicadas para avaliação em ensaios no próximo ano. Em Ponta Grossa, devido às condições climáticas favoráveis aos patógenos, houve elevada incidência de doenças fúngicas, principalmente oídio nas folhas, ferrugem da folha, manchas foliares e giberela. Estes fatores, e mais a ocorrência de prolongado período de chuvas na fase de colheita, prejudicaram os trabalhos de avaliação dos genótipos.

TABELA 6.1. Populações segregantes de trigo semeadas na Embrapa Soja em Londrina, PR, em 1998, Embrapa Soja, Londrina, PR.1999.

População	Origem 1997	Parcelas Semeadas ¹	Plantas Selec. ²	Plantas Seletas ³	Linhas Fixas ⁴
F2 MASSA CNPT	Passo fundo	349	3477	1275	0
Plantas Seleccionadas	Passo fundo	765	2494	866	0
F2 Massa CNPSo	Londrina	347	1849	550	0
F9 INDIVIDUAL	Londrina	72	0	0	3
F8 INDIVIDUAL	Londrina	228	268	124	16
F7 INDIVIDUAL	Londrina	110	82	37	12
SEGR. IND.(MM.CIMMYT P.G. 93)	Londrina	31	0	0	0
F6 IND. GERAL CNPT	Londrina	65	0	0	7
F6 IND. DEL CNPT	Londrina	85	55	15	4
F7 IND. DEL CNPT	Londrina	130	66	34	4
F6 IND. PEDRO CNPT	Londrina	637	1544	549	94
IND. PLANT. SEL. PEDRO	Londrina	203	434	92	5
IND. M.M. SEL. OÍDIO - AG	Londrina	106	395	77	2
F5 IND. CNPSo	Londrina	388	949	251	0
F5 IND. DEL. CNPT 95	Londrina	155	447	118	0
F6 IND. DEL CNPT 95	Londrina	19	0	0	3
F5 IND. CNPT B	Londrina	243	336	93	0
F5 IND. PL. CNPT	Londrina	445	1562	543	12
PL. SEL. DESTAQUE CAMPO/94	Londrina	166	740	272	0
F4 IND. CNPT (F1 T e D 95)	Londrina	379	654	144	0
PL. SEL. CNPSo/CNPT (1996)	Londrina	207	324	81	30
F3 MASSA/F1 T e D CNPT/96	Londrina	283	511	104	0
F3 INDIV. CNPSo	Londrina	1082	4185	1173	0
F3 WARTA (CNPT/97)	Londrina	177	663	118	0
F3 DEL (CNPT/97)	Londrina	190	365	70	0
SEG. CNPSo T97-98	Londrina	361	833	261	37
SEGREG. PEDRO (CNPT/97)	Londrina	719	1705	423	14
Total		7942	23938	7270	243

¹ Número de progênies semeadas, provenientes de seleções efetuadas em 1997;

² Número de plantas selecionadas a campo;

³ Número de plantas que permaneceram após observação visual de grão em laboratório;

⁴ Número de linhas fixas selecionadas que integrarão os ensaios preliminares de 1º ano ou coleções Embrapa Soja (linhagens siglas WT ou PF).

6.2.2 Ensaios preliminares de 1º e 2º anos

Os genótipos com melhor comportamento agrônomo nas coleções e linhas segregantes avançadas, passam pelas primeiras avaliações

estatísticas de rendimento de grãos nos ensaios preliminares internos da instituição. Nestes ensaios, os genótipos selecionados são comparados com os já em cultivo pelos agricultores.

TABELA 6.2. Relação das Coleções de Introdução de linhagens de trigo, conduzidas em Londrina, em 1998, Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Tipo de coleção	Linhagens Semeadas	Linhagens Seleccionadas
Coleção Embrapa Soja	49	18
Coleção Embrapa Trigo	220	38
Coleção de Novas Linhagens Embrapa Trigo	186	12
Coleção especial de linhagens origem CIMMYT	36	3
Coleção da Embrapa Trigo para Qualidade	99	12
Coleção de linhagens originadas de Duplo Haplóides	420	62
Coleção 16th SAWSN (CIMMYT)	166	8
Coleção 8th HRWSN (CIMMYT)	163	16
Total	1339	169

Em 1998, foram testadas, ao nível de preliminar de 1º ano, 310 linhagens provenientes de seleções em populações segregantes avançadas e em coleções de observação conduzidas em 1997. A nível de preliminar de 2º ano, foram testadas 66 linhagens provenientes dos ensaios preliminares de 1º ano, 1997.

Todos os ensaios foram conduzidos em Londrina, solos sem alumínio, Campo Mourão, solos com alumínio, e Ponta Grossa, solos com alumínio. Na Tabela 6.3, são apresentados os dados de rendimento de grãos dos genótipos que mais se destacaram nos ensaios preliminares de 1º ano, com os resultados dos testes de microsemeadura e número de queda. Estes últimos possibilitam uma avaliação preliminar da qualidade industrial do grão. Destes ensaios, foram promovidas a ensaios preliminares de 2º ano, 57 linhagens que se destacaram pelo seu

comportamento agrônomo, principalmente rendimento de grãos, resistência ao oídio, ferrugem da folha e manchas foliares. Em Londrina foram instalados, também, seis ensaios organizados pelo CIMMYT: 5THTH SAWYT, 5THTH HRWYT, 5THTH HTWYT, 6THTH HTWYT, 19THTH ESWYT e 6THTH SAWYT. Ao todo, nestes ensaios, foram avaliadas 285 linhagens e 41 delas, pelas características de rendimento e qualidade de grãos, foram selecionadas para avaliação em ensaio preliminar de segundo ano, em 1999.

Considerando os resultados dos ensaios preliminares de 1º ano de 1997 e dos ensaios preliminares de 2º ano de 1998, foram promovidas a ensaios intermediários da rede oficial, 10 linhagens: PF 940096, PF 940341, PF 940366, PF 950089, PF 950351, PF 950367, WT 9 7056, WT 97086, WT 97138 e WT 97189, Tabela 6.4. Estas

TABELA 6.4. Rendimento de grãos (kg/ha) e respectiva porcentagem em relação à média das testemunhas (linhagens promovidas ao Ensaio Intermediário em 1999 (EIP). Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Linhagem	1997 - Ensaio preliminar de 1º ano				1998 - Ensaio preliminar de 2º ano				N.º P.º				
	Londrina ¹		C. Mourão ²		Londrina		C. Mourão						
	kg/ha	%T	kg/ha	%T	kg/ha	%T	kg/ha	%T					
PF 940096	4625	91	3120	111	4355	124	4887	93	3640	111	1933	81	37
PF 940341	4855	95	3540	131	4395	151	4633	93	3480	103	1927	77	38
PF 940366	4750	92	2450	85	4105	112	4840	97	1980	58	1020	41	38
PF 950089	5875	115	1580	60	1875	62	5533	105	1673	51	307	20	37
PF 950351	5465	107	3285	124	4990	166	5127	103	3293	97	1920	76	38
PF 950367	5520	108	3660	139	4825	161	5627	113	3193	94	2053	82	38
WT 97056	4260	80	3665	118	4540	123	4787	96	3393	102	2393	107	40
WT 97086	5275	99	2155	74	2785	78	4013	80	2693	81	573	26	40
WT 97138	4035	80	2850	102	3475	100	4313	86	2500	75	2360	105	47
WT 97189	5525	97	2145	71	2395	63	4840	97	2780	84	720	32	42

¹ Londrina em solos sem alumínio;² Campo Mourão em solos com alumínio;³ Ponta Grossa em solos com alumínio;⁴ Número da pequena multiplicação em 1998;⁵ Quantidade de sementes disponível.

linhagens foram promovidas em virtude da produtividade superior às cultivares testemunhas, bom comportamento em relação às doenças e qualidade industrial. Na Tabela 6.5, são apresentados os dados de qualidade industrial dos genótipos citados acima, de amostras coletadas, nos últimos dois anos, em Londrina e Campo Mourão.

Devido aos fatores climáticos muito adversos à cultura do trigo, em 1998, principalmente em Ponta Grossa, algumas linhagens apresentaram rendimentos inferiores às testemunhas em um ou mais locais. No entanto, elas foram mantidas em experimentação em virtude de terem evidenciado outras características como qualidade industrial e bom tipo agrônomo.

TABELA 6.5. Resultados do peso do Hectolitro (PH), peso de mil grãos (PMG), extração de farinha (EXT), força geral de glúten (W), elasticidade da massa (P/L), microsedimentação (SDS) e número de queda (NQ) das linhagens da Embrapa testadas em ensaios preliminares de 1º e 2º anos, em Londrina (LN), Ponta Grossa (PG) e CampoMourão, em 1997 e 1998 e promovidas ao ensaio Intermediário Paranaense, Embrapa Soja, Londrina - 1999.

Linhagem		PH	PMG	EXT	W	P/L	SDS	NQ
PF 940096	LN	84,9	30,20	63,44	156	0,783	12,0	436
	PG	75,9	25,80	62,58	171	0,507	13,0	336
PF 940341	LN	81,7	31,20	69,93	201	0,757	15,6	421
	PG	75,9	29,00	67,23	212	0,601	16,6	131
PF 940366	LN	81,7	22,00	68,31	309	0,483	18,0	439
	PG	74,8	29,80	68,31	152	0,966	12,0	373
PF 950089	LN	74,3	37,60	70,85	264	0,640	16,0	405
	PG	72,8	25,80	63,43	157	0,979	13,4	431
PF 950351	LN	80,6	33,50	65,81	174	1,100	12,6	426
	PG	74,0	26,00	65,76	158	0,696	13,0	409
PF 950367	LN	82,7	33,20	66,62	207	0,820	12,0	394
	PG	77,3	28,20	62,50	334	1,012	20,6	356
WT 97056	LN	80,8	38,40	59,20	179	0,782	11,6	429
	PG	71,9	30,10	62,14	175	1,306	10,6	350
WT 97086	LN	82,7	35,20	70,90	239	0,498	15,0	417
	PG	66,0	24,30	62,91	208	0,620	15,0	322
WT 97138	LN	81,3	33,60	65,56	356	1,083	17,2	423
	PG	70,8	26,40	63,71	184	0,912	12,0	371
WT 97189	LN	83,6	33,20	66,23	206	0,574	13,4	420
	PG	68,1	24,20	62,74	218	0,651	16,2	298

6.2.3 Ensaios regionais de recomendação de cultivares

No processo de criação/recomendação de novas cultivares de trigo, após os primeiros testes de avaliação realizados através de ensaios preliminares, no âmbito interno da instituição, faz-se necessário a instalação de um conjunto de ensaios para avaliar o comportamento das novas cultivares frente aos diferentes ambientes edafoclimáticos do Paraná. Deste modo, uma etapa deste subprojeto compreende a realização de ensaios de avaliação de rendimento de grãos e de outras características agronômicas, denominados ensaios regionais em rede para recomendação de cultivares de trigo. Esses ensaios são realizados em três níveis, intermediário, final de 1º e 2º ano, em solos com e sem alumínio trocável. São ensaios realizados todos os anos, variando, no entanto, os tratamentos (genótipos), que são incluídos e excluídos por ocasião da Reunião da Comissão Centro-Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo, na qual participam as diferentes instituições de pesquisa. Esses ensaios são constituídos por cultivares das diferentes instituições, cujo número de tratamentos, locais e épocas são determinados, a cada ano, pela referida Comissão. Num período de três anos, os genótipos que apresentarem melhores características agronômicas, tais como, produtividade, resistência

às principais enfermidades e boa qualidade industrial, são recomendados para uso comercial pelos agricultores. Sob a responsabilidade da Embrapa Soja foram implantados em 1998, nas localidades de Londrina (região norte) e Campo Mourão (região centro-oeste), em solos com alumínio, um total de cinco experimentos do Ensaio Intermediário (IPR), oito experimentos do Ensaio Final (CSBR) e oito experimentos do Ensaio de Cultivares em Cultivo, totalizando 58 linhagens/cultivares

As condições de clima ocorridas durante o ciclo da cultura influenciaram diferentemente o desempenho dos genótipos, em função das épocas de semeadura, das localidades e da incidência de enfermidades. As altas temperaturas, excesso de chuvas por ocasião da floração e enchimento dos grãos, propiciaram alta incidência de doenças fúngicas, principalmente, ferrugem da folha (*Puccinia tritici*) e manchas foliares (*B. sorokiniana* e *D. tritici repentis*), possibilitando, deste modo, uma boa seleção dos genótipos mais tolerantes. O excesso de chuvas por ocasião da colheita, principalmente na localidade de Campo Mourão, prejudicou o rendimento de grãos, o peso do hectolitro e a qualidade industrial do trigo.

Nas Tabelas 6.6, e 6.7 é apresentada uma síntese dos resultados de rendimento médio de grãos, por ensaio, local e época de semeadura,

TABELA 6.6. Média de rendimento de grãos, em kg/ha, dos diferentes experimentos de linhagens/cultivares de trigo da rede oficial, conduzidos em solos com alumínio trocável, em 1998. Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Local	Data Semeadura	Ensaio		
		IPR ¹	CSBR ²	ECR ³
Londrina	13/04	4.532	4.763	4.812 ⁴
	24/04	4.020	4.763	4.563
	24/04	—	5.425 ⁴	5.128 ⁴
	08/05	3.284	3.686	4.316 ⁴
Campo Mourão	05/05	2.752	3.779 ⁴	3.876 ⁴
	18/05	2.775	2.913	2.285
	18/06	—	3.577 ⁴	3.162 ⁴
	03/06	—	2.750 ⁴	2.573 ⁴

¹ Ensaio Intermediário de cultivares de trigo para solos com alumínio.I;

² Ensaio Centro-Sul Brasileiro de cultivares de trigo para solos com alumínio;

³ Ensaio de Cultivares em Cultivo de trigo para solos com alumínio;

⁴ Experimento com controle de doenças por aplicação de fungicidas.

e das linhagens e cultivares que se destacaram em 1998.

Na análise conjunta dos diferentes experimentos do ensaio intermediário para solos com alumínio (IPR), das 24 linhagens avaliadas, destacaram-se CIT 9644, LD 973, LD 975, OC 9811, OC 9812, PF 940384, WT 96063 e WT 96168. A linhagem PF 940384, apesar de não apresentar alto rendimento devido a suscetibilidade à ferrugem da folha, apresenta alta força de glúten em diferentes ambientes. Estas linhagens comporão, em 1998, os ensaios finais para solos com alumínio (CSBR). Cabe salientar que as linhagens WT, são oriundas do programa de melhoramento da Embrapa Soja.

Nos ensaios finais (CSBR), nos quais foram testados 10 linhagens, salientaram-se BRS 49, OC 963, PF 9293, PF 93167 E WT 95032. Nos ensaios de Cultivares em Cultivo, para solos com alumínio (ECR), na média dos diferentes experimentos e épocas, foram destaques as cultivares CEP 24, BRS 120, IAPAR 60, IPR 84, T. BR 18 e T. BR 35, Tabela 6.7.

Da análise conjunta dos resultados dos ensaios intermediários e finais para solos com alumínio, conduzidos pela Embrapa Soja, com os dos ensaios conduzidos pelas outras instituições que compõem a rede de experimentação no Paraná, nos anos de 1996, 1997 e 1998, três linhagens tiveram excelente desempenho,

TABELA 6.7. Rendimento médio de grãos, em kg/ha, por ensaio, das linhagens e cultivares de trigo que se destacaram nos experimentos em solos com alumínio trocável, em 1998. Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Ensaio/ Genótipo	Local/Época de semeadura					
	Londrina			Campo Mourão		
	13/04	24/04	08/05	05/05	18/05	03/06
..... I P R ¹						
CIT 9644	4.853	4.583	3.678	2.950	2.730	
LD 973	4.255	4.013	3.585	3.423	3.888	
LD 975	4.873	4.753	3.835	4.078	3.878	
OC 9811	5.123	4.643	3.783	2.968	2.893	
OC 9812	3.710	3.908	3.340	3.588	2.870	
PF 940384	4.160	2.483	1.318	1.220	2.253	
WT 96063	4.893	4.720	4.410	3.953	3.318	
WT 96168	4.820	3.823	3.085	2.665	3.043	
Média Test. ⁴	5.041	4.552	4.043	3.362	3.234	
..... C S B R ²						
BRS 49	5.420	5.751	4.525	4.465	3.793	3.650
OC 963	5.048	5.180	3.343	4.790	3.988	3.520
PF 93167	5.208	4.900	4.507	4.308	3.368	3.373
WT 95032	4.469	5.500	3.420	4.063	3.768	2.628
Média Test.	4.907	4.854	4.024	3.644	3.853	2.678
..... E C R ³						
CEP 24	4.818	5.348	5.073	4.123	3.970	3.470
BRS 120	5.428	5.313	4.893	4.545	3.138	2.948
IAPAR 60	5.220	5.985	3.963	4.228	3.870	2.670
IPR 84	5.115	5.375	4.410	4.273	2.773	3.143
T. BR 18	5.478	5.780	4.118	4.038	3.923	2.193
T. BR 35	4.888	5.180	4.905	3.650	3.920	2.433
Média Test.	4.963	5.199	4.975	3.817	3.649	2.849

¹ Ensaio Intermediário de cultivares de trigo para solos com alumínio;

² Ensaio Centro-Sul Brasileiro de cultivares de trigo para solos com alumínio;

³ Ensaio de Cultivares em Cultivo de trigo para solos com alumínio;

⁴ Cultivares testemunhas: CEP 24, Ocepar 21, T. BR 23 e T. BR 35.

podendo assim, ser lançadas e recomendadas para cultivo pelos produtores, nas diferentes regiões tritícolas do estado. As linhagens que se destacaram foram BRS 49, OC 963 e PF 9293, que além do rendimento de

grãos, possuem boa tolerância às doenças, qualidade industrial classe superior e tolerância a germinação dos grãos na espiga. Os dados médios de rendimento de grãos obtidos nos diferentes ensaios e locais por região,

TABELA 6.8. Rendimento médio obtido no período de 1996 a 1998, nos diferentes ensaios e regiões, das linhagens que poderão ser recomendadas como novas cultivares em 1999, para o Estado do Paraná. Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Região	Linhagem	1996		1997		1998		Média	
		kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
Região 6									
Com AI	BRS 49	3.410	92	5.145	119	5.445	114	4.667	109
	OC 963	3.790	103	5.100	118	4.951	104	4.613	107
	TEST.	3.717	100	4.406	100	4.781	100	4.301	100
Sem AI	LD 941	3.285	92-	3.594	101	4.771	108	3.883	108
	TEST	3.735	100	3.527	100	4.572	100	3.611	100
Região 7									
Com AI	BRS 49	3.407	95	2.948	116	3.282	100	3.212	106
	OC 963	3.997	112	2.595	102	3.147	115	3.246	107
	TEST.	3.692	100	2.568	100	2.816	100	3.025	100
Sem AI	OC 965	4.904	108	4.488	123	3.286	100	4.226	117
	LD 941	3.994	88	3.210	88	3.189	99	3.464	96
	TEST.	4.348	100	3.393	100	3.123	100	3.621	100
Região 8									
Com AI	BRS 49	4.738	117	3.194	133	3.356	119	3.763	119
	OC 963	4.058	100	2.075	86	2.725	97	2.953	93
	PF 9293	4.783	118	2.740	114	3.303	118	3.609	114
	TEST.	4.059	100	2.632	100	2.804	100	3.165	100

no período de 1996 a 1998 estão resumidos na Tabela 6.8.

6.2.4 Produção de sementes

Com a finalidade de proporcionar sementes para os ensaios de rendimento e para iniciar a produção da semente genética, todas as linhagens em ensaios preliminares são multiplicadas em parcelas especiais, onde recebem acompanhamento e, quando necessário, são realizadas purificações, visando produzir semen-

te com a qualidade e pureza conforme os padrões estabelecidos. Em 1998 foram multiplicadas 346 linhagens em pequenas parcelas (13 m²) e 72 linhagens em médias parcelas (aproximadamente 200 m²). As sementes das linhagens promovidas a ensaios intermediários estão sendo entregues à Embrapa Sementes Básicas para avançar o processo de multiplicação.



6.3 Avaliação, Adequação e Desenvolvimento de Máquinas e Equipamentos Utilizados na Produção de Grãos (12.O.94.020)

Líder do Projeto:

Evandro C. Mantovani

Unidade de origem:

Embrapa Milho e Sorgo

6.3.1 Utilização, adaptação e desenvolvimento de máquinas de pequeno porte para produção e processamento de soja em pequenas comunidades (12.O.94.020-06)

Cezar de Mello Mesquita

O presente relatório trata-se do resumo do relatório final do subprojeto.

A produção e uso da soja ao nível da pequena propriedade ou comunidade rural tem sido pouco expressiva em função do pequeno conhecimento da tecnologia já disponível para a produção de soja para a alimentação humana e animal. A falta de tradição no uso da soja em pequenas lavouras deve-se, em parte, ao fato de que a exploração desta cultura desenvolveu-se mais sob sistemas de produção altamente tecnificados. Entretanto, a soja tem grande potencial para adaptação na pequena propriedade ou comunidade rural devido ao seu alto teor de proteínas, pela sua alta rusticidade, pouca exigência em tratamento fitossanitário e pela sua crescente utilização em

forma de alimento humano e animal.

A relevância maior do subprojeto encontrava-se na possibilidade de oferecer alternativas ao pequeno produtor em termos de tecnologias novas, de manipulação simples e relativamente baratas, que permitam ampliar as suas atividades produtivas para melhorar a sua subsistência e de proporcionar novas atividades econômicas com a possibilidade de comercializar, não só a matéria prima, como também produtos parcialmente ou totalmente processados. Dessa forma o subprojeto objetivou: 1) adaptar ou desenvolver protótipos com potencial de uso em operações críticas de processamento como torragem e extração de óleo, e 2) possibilitar o desenvolvimento de máquinas ou equipamentos, a partir destes protótipos, para a melhoria dessas operações críticas que não são atendidas pelas máquinas existentes.

Desde o início do subprojeto, foram montados pequenos protótipos experimentais para torragem de soja e extração de óleos vegetais, usando a luz solar como fonte de energia de aquecimento, para ambos os sistemas. Os resultados preliminares foram animadores para o prosseguimento dos estudos, que hoje demandam a confecção de protótipos que permitam o processamento de quantidades significativas de soja torrada e óleo

extraído. Entretanto, a continuação do subprojeto dependeria da aquisição do extrator comercial tipo soxleth para a extração de quantidades significativas de óleo. Embora tivesse sido aprovada a aquisição do mesmo através do PROMOAGRO, no processo de licitação e elaboração da lista única de equipamentos adquiridos para todas as unidades da Embrapa, realizado em Brasília, as características do extrator solicitado foram alteradas sem consulta ao coordenador deste subprojeto. O resultado desta ação foi desastroso, tendo sido adquiridos vários conjuntos de extratores e condensadores de vidro importados, mas inúteis para o subprojeto. Dessa forma, o extrator solicitado anteriormente, e que era de fabricação nacional, foi incluído no orçamento para 1997 para aquisição através do subprojeto "Investimento e Infraestrutura" do Programa 16. Infelizmente, o orçamento referente à aquisição do extrator dessa vez foi cortado do orçamento total apresentado, sem justificativas ao coordenador do subprojeto que, dessa forma, não encontrou outra alternativa a não ser o cancelamento do mesmo em dezembro de 1998.



6.3.2 Estudos de mecanismos não convencionais para a colheita e trilha de soja e colheita de vagens verdes (12.0.94.020-07)

Cezar de Mello Mesquita,
Nilton Pereira da Costa,
Mercedes Concórdia Carrão Panizzi

O elevado custo das colhedoras vem condicionando à exploração econômica de culturas de grande importância, como por exemplo a soja, mas somente às grandes propriedades. Entretanto, pesquisas básicas indicam que a pouca energia requerida para a trilha das vagens de soja abre perspectivas para o desenvolvimento de mecanismos, que poderão simplificar e tornar mais eficiente e barata a colheita dessas culturas. Dessa forma, a expectativa futura de oferecer equipamentos de colheita economicamente viáveis para uso, também em pequenas e médias lavouras de grãos, poderá ser alcançada. Além disso, o estudo sobre mecanismos para a colheita das vagens verdes da soja poderá abrir nova fronteira para os produtores diante do grande mercado consumidor asiático.

O objetivo geral do subprojeto é o desenvolvimento de protótipos acoplados ao engate de três pontos do trator e com redução substancial de componentes e partes móveis envolvendo nova concepção de equipamento de colheita, onde as plantas

não são cortadas nem retiradas da lavoura, processando-se, dessa forma, o mínimo de MOG (Material Other than Grain). Serão utilizados princípios físicos e mecânicos através de mecanismos não convencionais de trilha por energia de impacto com fios plásticos e com jateamento de partículas sólidas livres, para provocar a debulha de suas vagens, panículas ou espigas. Simultaneamente, pretende-se estudar a possibilidade de uso da energia cinética de jatos contínuos de ar pressurizado para realizar a trilha das vagens da soja. Os desempenhos destes equipamentos serão avaliados quanto à eficiência de trilha, remoção de MOG, danos mecânicos transmitidos às sementes, quebra de sementes e demanda energética do equipamento. Devido a maior simplicidade da concepção mecânica e a possibilidade de maior rapidez na obtenção de resultados práticos, foi decidido priorizar o princípio de impacto por fios de nylon. A elevada demanda de energia do sistema de jateamento por roda centrífuga e a irregular distribuição do seu jato lateral de granalhas sobre as plantas foram determinantes no estabelecimento desta prioridade. Estes fatores exigirão análises e estudos mais detalhados para se projetar outro mecanismo ou roda centrífuga especial, capaz de demandar menos energia e gerar um jato contínuo e uniforme de

granalhas, antes de ser adaptado ao protótipo para testes de campo.

Os resultados obtidos incluem os estudos com os seguintes sistemas:

Jateamento de partículas por roda centrífuga: neste princípio, estudado a partir de 1994, partículas ou granalhas plásticas são atiradas sobre as plantas de soja com a expectativa de que as vagens sejam abertas pelo impacto, liberando os grãos. O resultado almejado é a colheita dos grãos com quantidade reduzida de MOG, o qual deve ser composto, na sua maioria, por fragmentos de vagens. Com jato contínuo de partículas de protótipo experimental, que utilizou roda centrífuga como elemento propulsor das mesmas, obteve-se mais de 91% de trilha com o jateamento sobre apenas um dos lados da linha de plantas. A retirada de MOG foi de cerca de 5% e a quebra de sementes menor que 0,1%. Estes números superaram as expectativas iniciais e, aparentemente, provaram que o princípio de trilha por jateamento de granalhas tende a retirar somente os grãos, mantendo as plantas intactas, porém com as vagens vazias. Entretanto, a energia demandada pela roda centrífuga, na simulação da operação de colheita, foi ligeiramente menor do que a energia estimada para as colhedoras automotrizes convencionais trilharem a soja.

Trilha e colheita por impacto com fios plásticos: em 1996 e 1997, um equipamento experimental, com fios de nylon fixados em dois eixos paralelos girando em sentidos opostos, foi construído para transmitir energia de impacto às vagens de soja sem precisar cortar e retirar as plantas do campo. Os objetivos nos testes de campo realizados foram avaliar: a eficiência de trilha, baseada no número de vagens debulhadas e na massa de sementes liberadas; a massa de vagens retiradas da haste; a massa de MOG removida; os níveis de danos mecânicos transmitidos às sementes; a quantidade de sementes quebradas; o vigor das sementes resultantes da trilha/colheita com o mecanismo (princípio) estudado; e a quantidade estimada de energia requerida pelo protótipo para trilhar e colher um hectare de soja.

A eficiência de trilha e a quantidade de vagens removidas das hastes com o equipamento experimental, trabalhando às velocidades de 6 e 7,2 km/h, foram significativamente menores do que aquelas obtidas à 2,2 e 3,2 km/h. Entretanto, mesmo a menor eficiência de trilha (95%), obtida à 6 km/h, pode ser considerada satisfatória, se os 5% de grãos não trilhados forem comparados aos aproximados 5% de perdas médias que ocorrem no Brasil com a colheita convencional.

A média geral, de apenas 29% de MOG removidos, representa outra característica importante do equipamento experimental, se comparados a remoção de toda a planta, ou 100% do MOG, com a colheita convencional.

Não ocorreram diferenças significativas entre os níveis de danos mecânicos nas sementes trilhadas pelo equipamento experimental nas 4 velocidades de trabalho e os níveis de danos nas sementes trilhadas manualmente. Entretanto, todos esses níveis foram significativamente menores do que os níveis de danos mecânicos causados pela trilha com a colhedora convencional.

Não foram constatadas diferenças significativas entre as médias de sementes quebradas resultantes da colheita com o equipamento experimental nas 4 velocidades de trabalho. Os valores foram tão baixos (média de 0,4%) que, aparentemente, poderiam ser desprezados em termos práticos. Por outro lado, estes valores foram bem menores do que a média de 8,4% de sementes quebradas pela trilha com a colhedora convencional.

O vigor das sementes trilhadas manualmente não diferiu do vigor das sementes trilhadas pelo equipamento experimental trabalhando a 6 e 7,2 km/h. Por outro lado, todos foram significativamente superiores aos

vigores das sementes trilhadas pelo equipamento experimental a 2,2 e 3,2 km/h e trilhadas pela colhedora convencional, que mostrou o menor vigor em valores absolutos.

O torque requerido pelos eixos foi de 3,5 Nm e as demandas de energia pelo equipamento experimental para a colheita/trilha de um hectare de soja foram estimadas em 6,7 MJ/ha, 4,7 MJ/ha, 2,4 MJ/ha e 2 MJ/ha para as velocidades de 2,2 km/h, 3,2 km/h, 6 km/h e 7,2 km/h, respectivamente. De acordo com a literatura, a energia média requerida para a colheita de soja com colhedoras convencionais é de cerca de 80 MJ/ha dos quais 40% são utilizados somente pelos mecanismos de trilha. Consequentemente, a energia utilizada por colhedoras convencionais para a trilha de soja seria estimada em 32 MJ/ha.

Em 1998, testes preliminares de campo, com a cultura do arroz, apresentaram 99% de eficiência de trilha e menos de 10% de MOG removido. Testes de campo e de laboratório com a nova configuração do elemento de

impacto, anéis com hastes flexíveis de nylon, apresentaram 100% de arranquio/trilha de vagens, na avaliação visual efetuada. Após os dois primeiros testes de laboratório com o sistema de captação, transporte e separação de grãos e MOG a ser incorporado ao protótipo, verificou-se que o mesmo separou e recuperou 99,77% dos grãos. Por outro lado, o percentual de MOG eliminado foi de 96,6%. O percentual de 3,4% de MOG, recolhido junto com os grãos, representou em peso/peso, em relação aos grãos colhidos, apenas 0,52% de impurezas.

O desempenho satisfatório do protótipo experimental nos testes realizados, com alta eficiência de trilha e reduzidos níveis de remoção de MOG e de quebra de sementes, suporta a expectativa de que o uso do princípio do impacto com fios de nylon possibilitará a colheita dos grãos diretamente das plantas, sem precisar cortá-las do campo e nem processá-las. Os resultados têm sido animadores quanto a possibilidade de alcance total dos objetivos do subprojeto.



Nº do Projeto: 04.0.94.323

Líder: Ivan Carlos Corso

Nº de Subprojetos que compõem o Projeto: 19

Unidades Instituições Participantes: Embrapa Soja, Embrapa Trigo, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Embrapa Meio Ambiente, Embrapa Roraima, EMATER/GO e EMATER/PR

Os insetos-pragas são um dos principais problemas da cultura da soja, especialmente o grupo dos percevejos, devido à maior dificuldade de controle e ao potencial de danos que oferecem. Estima-se que, anualmente, são gastos 4-5 milhões de litros de inseticidas para o seu controle, com um custo de 40-50 milhões de dólares. Para a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis* Hübner), outra praga importante da soja, estima-se um gasto de 2-4 milhões de litros de inseticidas, a cada safra, com um custo médio de 30 milhões de dólares. Esses fatos, por si só, justificam a realização de pesquisas para tentar modificar esse quadro. Há necessidade de se buscar táticas alternativas ao uso excessivo de produtos químicos, os quais aumentam os custos de produção, poluem o ambiente e oferecem riscos de intoxicação ao homem e aos animais domésticos, afetando a natureza e a sociedade como um todo. O objetivo geral do projeto é o aprimoramento do Programa de Manejo Integrado de Pragas da Soja, através da incorporação de novos conhecimentos, visando a redução do uso de inseticidas na cultura. Dentre os resultados relevantes obtidos até o presente momento, tem-se a utilização da vespinha *Trissolcus basalís* (Wollaston), parasitóide de ovos de percevejos, a qual, através de liberações inoculativas nas lavouras, vem mostrando excelentes resultados como medida alternativa ao uso de produtos químicos para o controle destes insetos-pragas. Os percevejos também podem ser controlados eficientemente com inseticidas em baixas doses, misturados com sal de cozinha, inclusive através de aplicações aéreas. Estudos realizados com feromônios, substâncias utilizadas pelos insetos para se comunicarem entre si, possibilitaram a identificação do feromônio sexual do percevejo marrom, *Euschitus heros* (Fabr.), que é a principal espécie ocorrente nas

lavouras da região Central do Brasil (Cerrados). Essa substância poderá vir a ocasionar mudanças na metodologia de amostragem, atualmente preconizada para esse percevejo e para outros que atacam a cultura, que é o pano-de-batida, tido como “trabalhoso” por parte do agricultor. Outro resultado importante, conseguido através do projeto, foi a redução de 50% da dose recomendada de diflubenzuron para controle da lagarta-da-soja, a partir da safra 96/97, em relação à dose utilizada deste produto em anos anteriores. O uso do inseticida biológico *Baculovirus anticarsia*, para controle desse último inseto-praga, atinge, atualmente, cerca de um milhão de hectares, mesmo com alguns problemas de ineficiência, principalmente no Estado do Rio Grande do Sul, os quais já estão sendo estudados. Devido ao uso dessa tecnologia, anualmente, mais de 1,2 milhões de litros de agroquímicos não são despejados no meio ambiente. Finalmente, a maioria das ações de difusão do MIP-Soja têm se concentrado no Paraná, em parceria com a EMATER-PR, em microbacias, e ocasionaram decréscimo no número de aplicações de inseticidas realizadas pelos sojicultores assistidos, visando o controle da lagarta-da-soja e de percevejos, de 2,74, na safra 94/95, para 1,79 na safra 97/98, sendo também inferior à média de todo o estado (2,25).

7.1 Bioecologia e Danos de Percevejos-pragas da Soja (04.O.94.323-01)

Antônio Ricardo Panizzi, Beatriz S. Corrêa-Ferreira,
Ana Paula Mourais Mourão,
Shirley Regina Cardoso

7.1.1 Ritmo de acasalamento e de postura do percevejo *Nezara viridula* (L.) em frutos de ligustro (*Ligustrum lucidum* Thunb.) e vagens verdes de soja

O percevejo verde, *Nezara viridula*, é comumente encontrado na soja. A abundância de alimento causa aumento da população e o inseto busca hospedeiros alternativos quando a soja é colhida. Recentemente observou-se este percevejo em ligustro, *Ligustrum lucidum* Thunb. (Oleaceae), em Londrina, planta abundante na área

urbana usada como árvore ornamental. A constatação de *N. viridula* nessa oleácea, motivou o estudo de comparação com insetos alimentados com soja, para avaliar a resposta de oviposição nessas diferentes plantas hospedeiras.

O experimento foi conduzido em Londrina, Paraná, de março a julho de 1997. Ninfas de 2.º ínstar foram alimentadas com vagens verdes de soja cv. Paraná e frutos de ligustro, até atingirem a fase adulta. Nesta fase, foram separados dois conjuntos de 40 casais, sendo um conjunto alimentado com vagens verdes de soja e outro alimentado com frutos de ligustro. Cada casal foi acondicionado

em caixa plástica e mantido em câmaras climatizadas ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR, fotoperíodo 14hL: 10hE). Após sete dias, foram realizadas observações para constatar o número de casais em cópula nos seguintes horários do dia: 9h, 10h, 11h, 12h, 13h, 14h, 15h e 16h. Esse processo de observação foi repetido por cinco vezes.

Observou-se que houve sempre maior percentagem de insetos em cópula em ligustro do que em soja (Fig. 7.1). O período de pré-oviposição foi de 15,5 dias para insetos alimentados com ligustro e 23,9 dias para insetos alimentados com soja. O fato de

fêmeas alimentadas com ligustro demorarem menos tempo para a 1ª. oviposição indica que ligustro favorece a maturação mais rápida dos ovos.

Em relação ao número de dias entre as posturas, o tempo foi menor para os insetos alimentados com ligustro do que com soja (Tabela 7.1).

O desempenho reprodutivo de *N. viridula* foi superior em ligustro do que em soja (Tabela 7.2). Esses melhores índices reprodutivos de insetos alimentados com ligustro sugerem a superioridade nutricional do ligustro em relação a soja para este inseto.

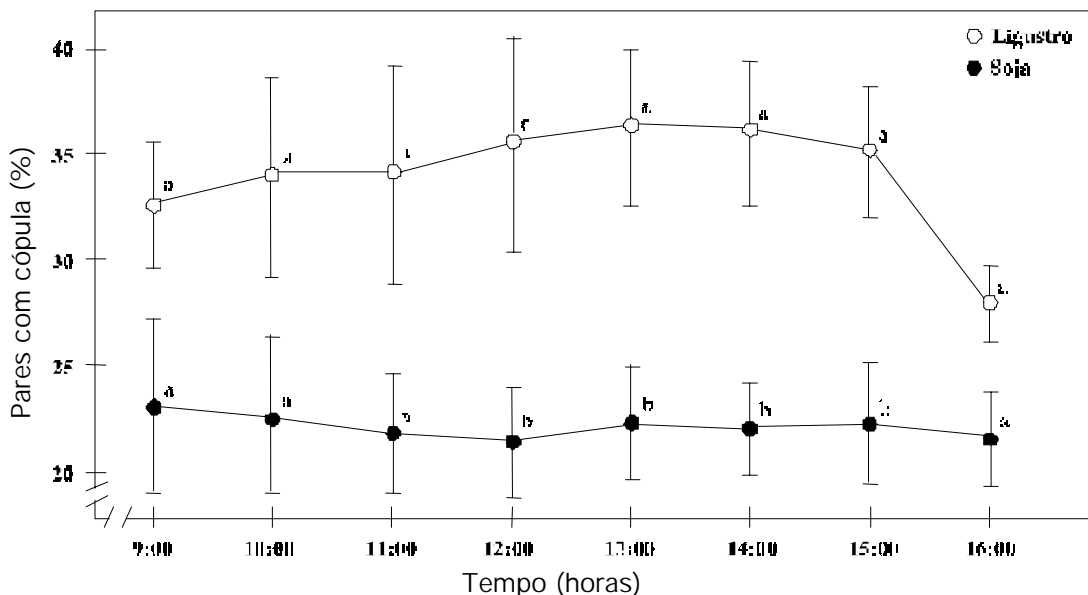


FIG. 7.1. Percentagem ($X \pm EP$) de adultos de *Nezara viridula* em cópula, em diferentes horas do dia, e alimentados com frutos de ligustro e vagens verdes de soja, em laboratório. Médias comparativas dos tipos de alimento, seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste *t* ($P \leq 0,05$).

TABELA 7.1. Número de dias de pré-oviposição e entre posturas de fêmeas de *Nezara viridula* alimentadas com frutos de ligustro e vagens verdes de soja, em laboratório, em Londrina, PR (número de fêmeas entre parênteses).

Alimento	Período de pré-oviposição (X ± EP)	1ª e 2ª oviposição (X ± EP)	2ª e 3ª oviposição (X ± EP)	3ª e 4ª oviposição (X ± EP)	1ª e 4ª oviposição (X ± EP)
Ligustro	15,5 ± 1,1b (33)	5,9 ± 0,5a (26)	6,9 ± 0,6b (24)	6,8 ± 0,7b (18)	19,7 ± 1,4b (18)
Soja	23,9 ± 1,9a (28)	9,2 ± 0,5a (15)	10,1 ± 1,9a (8)	8,7 ± 2,2a (3)	23,0 ± 5,8a (3)

¹ Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste *t* ($P \leq 0,05$).

TABELA 7.2. Desempenho reprodutivo de fêmeas de *Nezara viridula* (L.) alimentadas com frutos de ligustro e vagens verdes de soja, em laboratório, em Londrina, PR (número de fêmeas entre parênteses).

Alimento	% de fêmeas que ovipositaram	Número por fêmea			
		Massa de ovos (X ± EP)	Ovos (X ± EP)	Ovos por postura (X ± EP)	Eclosibilidade ovos (%)
Ligustro	82,5 (33)	3,7 ± 0,3 a ¹	261,0 ± 25,9a	70,1 ± 5,0a	64,9 ± 6,2a
Soja	70,0 (28)	2,0 ± 0,2 b	116,8 ± 13,5b	59,5 ± 2,9b	53,7 ± 7,1b

¹ Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste *t* ($P \leq 0,05$).

7.1.2 Avaliação do desempenho de ninfas e adultos de *Piezodorus guildinii* Westwood em vagens verdes de *guandu* *Cajanus cajan* (L.) Mills. e soja

O percevejo *P. guildinii* é um pentatomídeo neotropical importante como praga da soja. Após a colheita da soja, diversas espécies vegetais têm sido mencionadas como plantas hospedeiras de *P. guildinii*, entre elas o guandu. O guandu é uma planta leguminosa bianual de origem africana adaptada à região tropical, que vem

sendo cultivada no Paraná de forma esparsa para a adubação verde e produção de forragem, por produzir grãos ricos em proteína. Considerando a importância dessa planta como hospedeira alternativa de *P. guildinii*, realizou-se este estudo, buscando um maior entendimento das relações entre o inseto e a cultura.

Foram obtidas ninfas em laboratório, as quais passaram a ser alimentadas alternativamente com vagem verde de guandu anão ou com vagem

verde de soja. Foram realizadas observações diárias, durante o período de janeiro a março de 1998, para avaliar a troca de ínstar e a mortalidade das ninfas até a fase adulta. No primeiro dia de vida adulta, os insetos foram sexados e pesados. Foram calculados o tempo de duração de cada ínstar, o tempo total de desenvolvimento das ninfas, o índice de mortalidade em cada ínstar e o índice de mortalidade total de ninfas, no guandu e na soja.

A mortalidade total das ninfas foi significativamente maior no guandu (94,4%) em comparação à soja

(57,7%) (Fig. 7.2). Para o tempo total de desenvolvimento, não foram observadas diferenças significativas entre os alimentos em ambos os sexos.

Não foram observadas diferenças significativas quanto ao peso corporal entre os insetos, tanto machos como fêmeas no primeiro dia de vida adulta, alimentados com guandu ou com soja (Tabela 7.3).

O experimento com adultos foi realizado no período de abril a junho de 1998. Foram formados casais, individualizados em caixas plásticas e alimentados, alternativamente, com vagens verdes de guandu anão ou com

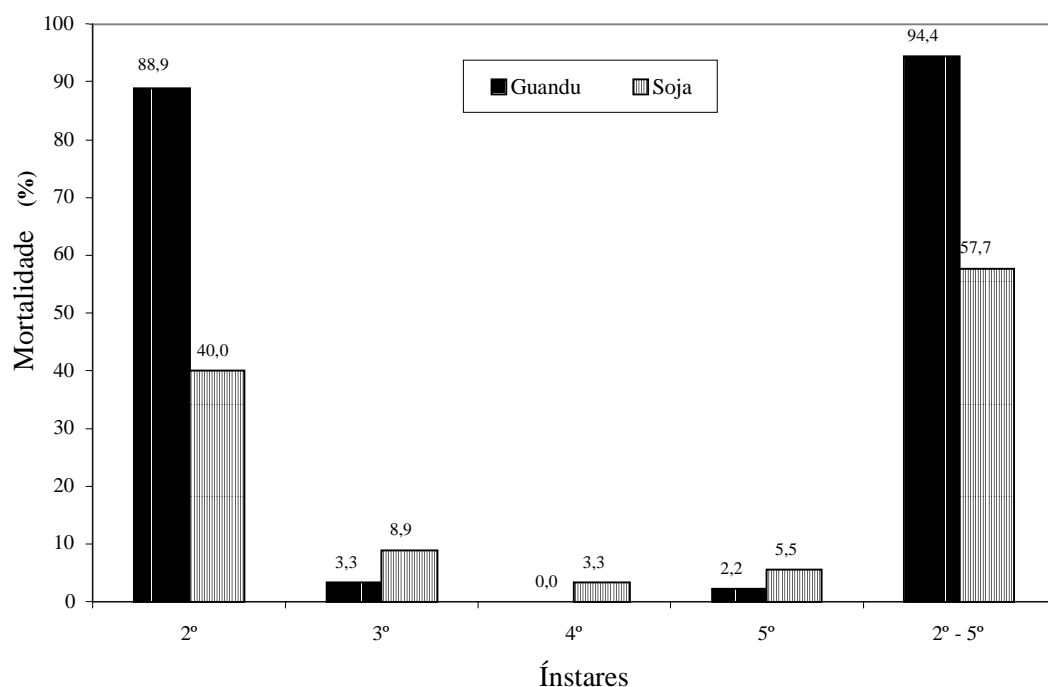


FIG. 7.2. Mortalidade de ninfas de *Piezodorus guildinii* alimentadas com vagens verdes de guandu e soja, em laboratório. Londrina, PR. 1998.

TABELA 7.3. Peso corporal fresco (mg)¹ de fêmeas e machos de *Piezodorus guildinii* no primeiro dia da fase adulta, alimentados com vagens verdes de guandu e soja, em laboratório (número de insetos entre parênteses).

Alimento	Fêmeas (X ± EP)	Machos (X ± EP)
Guandu	52,5 ± 3,5 a ¹ (2)	38,0 ± 2,6 a ¹ (3)
Soja	48,4 ± 1,4 a (18)	42,7 ± 1,1 a (20)

¹ Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste t ($P \leq 0,05$).

vagens verdes de soja. Os insetos de cada casal foram pesados, separadamente, no 1º, 8º, 15º, 22º e 29º dias de idade, para verificar a evolução do peso. Foram feitas observações das massas de ovos depositadas pelas fêmeas. Foram avaliados o desempenho reprodutivo das fêmeas [percentagem de fêmeas que ovipositaram, período de pré-oviposição (dias), massas, número de ovos, e a eclosibilidade dos ovos]; o ganho de peso de fêmeas e machos; a longevidade e a sobrevivência de fêmeas e machos no guandu e na soja.

A sobrevivência das fêmeas alimentadas com vagens verdes de guandu foi maior que a das alimentadas com soja, até os 50 dias (Fig. 7.3). Os machos alimentados com guandu apresentaram maior sobrevivência que os alimentados com soja até os 20 dias; a partir deste momen-

to, até os 50 dias, foi observada uma redução da sobrevivência dos machos alimentados com guandu. As longevidades de fêmeas alimentadas com guandu e com soja foram semelhantes (26,2 dias no guandu e 19,1 na soja); no entanto, machos ali-

mentados com soja apresentaram maior longevidade (35,7 dias) do que os alimentados com guandu (26,4

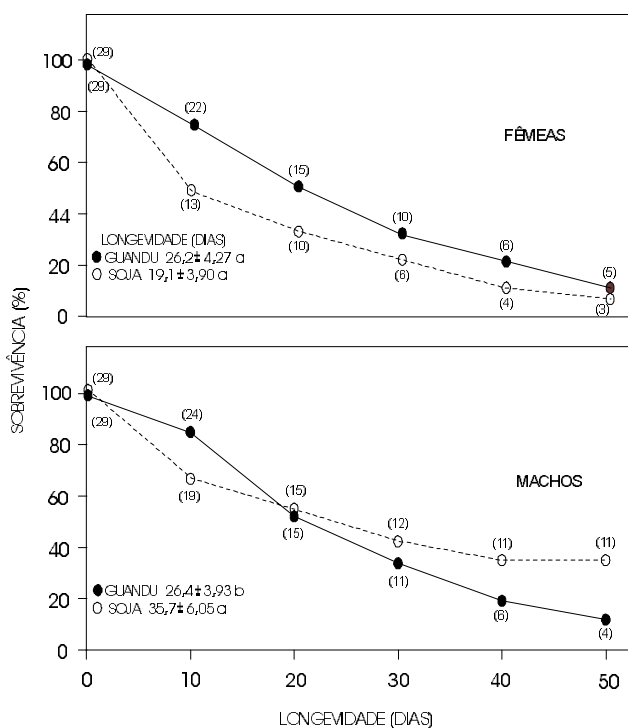


FIG. 7.3. Sobrevivência até 50 dias e longevidade (X ± EP) de adultos de *Piezodorus guildinii* alimentados com vagens verdes de guandu e soja, em laboratório. Número de insetos entre parêntesis.

dias). No 1º dia de vida adulta, tanto as fêmeas como os machos, não apresentaram diferenças significativas, quanto ao peso corporal, em ambos os alimentos (Fig. 7.4); ao contrário, no 14º e 28º dias de idade, tanto fêmeas como machos apresentaram peso fresco significativamente menor, quando alimentados com guandu (34,1 e 37,9 para fêmeas; 31,5 e 30,5 para machos, respectivamente no 14º e 28º dias), em comparação aos alimentados com soja (49,3 e 48,4 para fêmeas; 41,5 e 42,7 para machos, respectivamente no 14º e 28º dias). O ganho de peso do 1º ao 28º dia de fêmeas e machos alimentados com guandu não foi significativo, enquanto que fêmeas e machos alimentados com soja apresentaram ganho de peso significativo do 1º (38,1 para fêmeas e 33,8 para machos) ao 14º dia (49,3 para fêmeas e 41,5 para machos), sendo os pesos no 28º dia semelhantes.

Apenas 10,3% das fêmeas ovipositaram, quando alimentadas com vagens verdes de guandu, enquanto 34,5% das fêmeas ovipositaram quando alimentadas com vagens verdes de soja (Tabela 7.4). O período de pré-oviposição (dias) das fêmeas alimentadas com guandu (44,0) foi significativamente maior do que as alimentadas

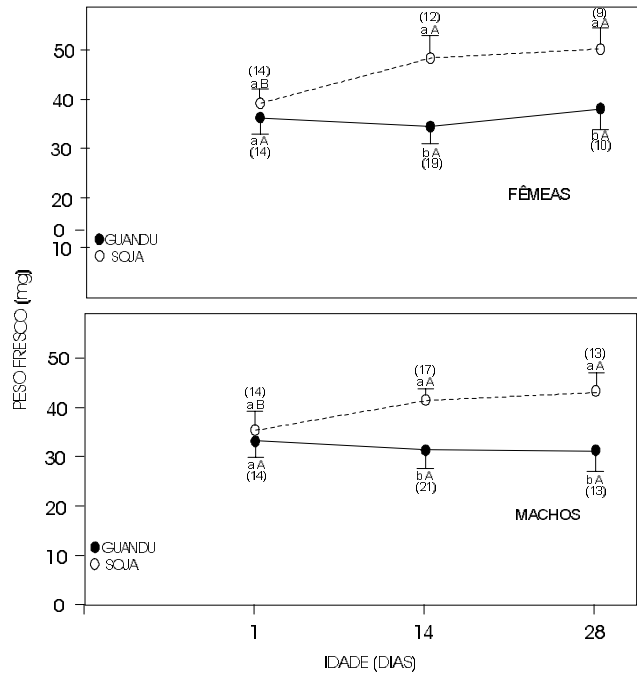


FIG. 7.4. Peso corporal fresco ($\bar{X} \pm EP$) ao 1º, 14º e 28º dias de idade de adultos de *Piezodorus guildinii* alimentados com vagens verdes de guandu e soja, em laboratório. Médias seguidas pela mesma letra (minúscula) dentro da mesma idade não diferem significativamente entre si pelo teste t ($P \leq 0,05$) e entre datas pelo teste de Duncan ($P \leq 0,05$) (maiúscula). Número de insetos entre parêntesis.

com soja (18,0). Quanto à fecundidade, as fêmeas alimentadas com soja depositaram um número de massas de ovos significativamente maior (6,9), quando comparado com o guandu (2,0). O número de ovos depositados pelas fêmeas alimentadas com soja também foi significativamente maior (72,2) que as alimentadas com guandu (11,0). A eclosão dos

TABELA 7.4. Desempenho reprodutivo de fêmeas de *Piezodorus guildinii* alimentadas com vagens verdes de guandu e soja, em laboratório (número de fêmeas entre parênteses).

Alimento	% de fêmeas que ovipositaram	Período (dias) de pré-oviposição (X ± EP)	Número por fêmea ¹		Eclosibilidade dos ovos (%) (X ± EP)
			Massas de ovos (X ± EP)	Ovos (X ± EP)	
Guandu (29)	10,34 (3)	44,0 ± 9,6 a	2,0 ± 1,0 b	11,0 ± 8,5 b	11,9 ± 11,9 b
Soja (29)	34,5 (10)	18,0 ± 2,4 b	6,9 ± 1,8 a	72,2 ± 22,5 a	68,7 ± 8,1 a

¹ Dados de fêmeas que ovipositaram.

ovos foi significativamente maior (68,7%) as fêmeas alimentadas com soja, em comparação as alimentadas com guandu (11,9%).

Em conclusão, os resultados obtidos demonstram que o percevejo *P. guildinii* sofre impactos diferentes em função do alimento ingerido, mostrando a importância de estudos que possam caracterizar os hospedeiros preferenciais e alternativos, com relação à ecologia nutricional desse inseto. Neste caso, o guandu não foi um alimento de qualidade nutricional adequada para o desempenho dos adultos e sobrevivência das ninfas, quando comparado à soja.

7.1.3 Danos causados à soja por ataques de baixas populações do percevejo marrom *Euschistus heros* (F.), em diferentes períodos

Em função da importância e abundância do percevejo marrom

Euschistus heros (F.) na cultura da soja, estudou-se o efeito do seu ataque em baixas populações por diferentes períodos de infestação. Em experimentos de campo, realizados em gaiolas de 2mx2mx1m, nas safras 95/96 e 96/97, plantas de soja da cultivar BR-37 foram infestadas com um percevejo adulto/m, por períodos de uma, duas, três e quatro semanas, comparados à testemunha, livre de infestação. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. As plantas foram infestadas no estágio de desenvolvimento de vagens (R4) até, no máximo, ao enchimento de grãos (R6), sendo observadas, diariamente, para a substituição dos percevejos mortos. Após cada período de infestação, e nas gaiolas testemunhas, as plantas foram pulverizadas com endossulfan (350g i.a./ha), para a eliminação dos insetos e manutenção

das plantas livres das pragas até a colheita. Avaliou-se o rendimento de grãos por gaiola e a qualidade das sementes, através do teste tetrazólio. Os rendimentos médios das parcelas com um percevejo durante uma (1553,6g), duas (1495,2g), três (1507,8g) e quatro semanas (1527,9g), foram similares aos das plantas testemunhas (1540,3g), na média das duas safras (Tabela 7.5). Não houve diferença significativa entre os tratamentos para percentagem de sementes inviabilizadas pelos danos dos percevejos (tetrazólio 6-8). Quanto à percentagem de sementes picadas pelos percevejos (tetrazólio 1-8), observou-se, na safra 95/96, uma tendência de dano crescente e proporcional ao tempo de infestação. Entretanto, diferenças significativas foram constatadas apenas para as plantas que ficaram infestadas por quatro semanas no período R4-R6 (7,2% de

sementes picadas), em relação às plantas livres do ataque dos percevejos (0,2%). Na safra 96/97, o dano total causado pelos percevejos foi menor, não se constatando diferença entre os tratamentos.

7.1.4 Potencial de danos causados à soja por diferentes espécies de percevejos

Com o objetivo de comparar os danos causados pelas três principais espécies de percevejos que ocorrem em soja, utilizaram-se gaiolas de campo de 1m³ (1x1x1m) com plantas de soja da cultivar BR-37, que foram infestadas com adultos das espécies *N. viridula*, *P. guildinii* e *E. heros*, no nível de 4 percevejos/m (8/gaiola), durante 15 dias, no período de enchimento de grãos (R5-R6)). De dois em dois dias, foi realizada a contagem e substituição dos percevejos mortos;

TABELA 7.5. Rendimento e qualidade das sementes de plantas de soja submetidas ao ataque de *Euschistus heros* (1percevejo/m), por diferentes tempos de infestação, no período de desenvolvimento de vagem-enchimento de grãos (R4-R6).

Tratamento	Rendimento (g/gaiola)		Dano (1-8)		Dano (6-8)	
	95/96	96/97	95/96	96/97	95/96	96/97
Testemunha	1111,4 n.s. ¹	1969,2 n.s.	0,25 a ²	0 n.s.	0 n.s.	0 n.s.
1 Semana	1071,4	2035,8	1,25 a	0	0,75	0
2 Semanas	1142,6	1847,9	3,00 ab	0	0,50	0
3 Semanas	1150,6	1865,0	4,00 ab	0,50	1,00	0
4 Semanas	1043,1	2012,7	7,25 b	2,00	2,50	0,5

¹ Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

² Valor de F não significativo.

após o período de infestação, os percevejos foram eliminados com aplicação de endossulfam. As gaiolas testemunhas permaneceram livres de percevejos durante todo o ciclo da cultura. Na época da colheita avaliaram-se o número de vagens boas e chochas por planta, o rendimento e a qualidade das sementes das plantas testemunhas e daquelas infestadas com percevejos através do exame visual (sementes boas, médias e ruins) e do teste de tetrazólio nas categorias 1-8 (percentagem de sementes picadas por percevejos) e 6-8 (percentagem de sementes inviabilizadas por percevejos).

Quanto ao rendimento, não se verificou diferença significativa entre as plantas infestadas e aquelas livres de insetos. Entretanto, a qualidade das sementes foi sensivelmente prejudicada pelos percevejos. Houve diferença entre as espécies e todas elas resultaram em plantas de qualidade

significativamente inferior às plantas testemunhas (Tabela 7.6). Observou-se nitidamente, tanto nos resultados obtidos pelo teste visual como pelo teste do tetrazólio, que as plantas danificadas por *P. guildinii* apresentaram sementes de pior qualidade. Em amostras de 50g, o peso das sementes boas foi em média de 37,3g nas plantas com *P. guildinii*, comparado a 41,8g, 44,2g e 46,6g nas plantas com *E. heros*, *N. viridula* e testemunhas, respectivamente. Plantas com *P. guildinii* apresentaram cerca de 18% de sementes picadas pelo inseto, significativamente superior aos valores de 3,6 % e 3,4% nas plantas com as duas outras espécies de percevejos e de 0,1% nas plantas testemunhas. Comportamento semelhante foi constatado para a percentagem de sementes inviabilizadas pelo dano de percevejo, que foi de 5,7% para *P. guildinii*, estatisticamente diferente dos demais tratamentos (Tabela 7.6).

TABELA 7.6. Rendimento e qualidade de sementes de plantas de soja, submetidas ao ataque de três espécies de percevejos (4 percevejos/m), por 15 dias, no período de enchimento de grãos (R5-R6), em gaiolas de campo.

Tratamento	Rendimento (kg/ha)	Peso de sementes em 50g			Tetrazólio	
		Boa	Média	Ruim	(1 - 8)	(6 - 8)
Testemunha	4247,8 a	46,6 a	3,0 c	0,5 c	0,1 c	0,0 b
<i>E. heros</i>	4130,3 a	41,8 b	7,8 ab	0,6 b	3,6 b	0,1 b
<i>P. guildinii</i>	3902,5 a	37,3 c	10,7 a	2,3 a	18,5 a	5,7 a
<i>N. viridula</i>	3799,9 a	44,2 ab	5,1 bc	0,8 b	3,4 b	0,3 b

¹ Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

7.2 Interação Parasitóides e Percevejos na Cultura da Soja (04.0.94.323-03)

Beatriz S. Corrêa-Ferreira, Luzilene D. Uguccioni, Deoclecio José P. Pacheco

7.2.1 Efeito do parasitismo de *Hexacladia smithii* Ashmead no potencial reprodutivo das populações colonizante e daninha de *Euschistus heros* (F.) à soja

Considerando as elevadas densidades populacionais de *Euschistus heros* (F.), presentes nas lavouras de soja logo após a saída destes percevejos da palhada e o alto índice de parasitismo por *Hexacladia smithii* Ashmead, já constatado nesta população de dezembro, procurou-se avaliar o desempenho reprodutivo de *E. heros* da geração colonizante (dezembro) e da geração daninha à soja (janeiro, fevereiro e março) através de estudos comparativos com fêmeas parasitadas e não parasitadas, coletadas a campo nos meses de dezembro a março. A cada mês, 50 fêmeas de *E. heros* foram coletadas, ao acaso, e acompanhadas no laboratório, fazendo-se o registro diário do número de posturas, número

de ovos, mortalidade e ocorrência ou não do parasitismo. Paralelamente, no mês de março, sob as mesmas condições, acompanhou-se o desempenho reprodutivo de 50 fêmeas acasaladas e provenientes de criação em laboratório.

Quando comparou-se o potencial das fêmeas parasitadas e sadias, verificou-se que o parasitismo por *H. smithii* reduziu significativamente a taxa reprodutiva das fêmeas de *E. heros*. Os índices de redução constatados foram de 73,3% na população colonizante (dezembro) e de 57,4%, 78,3% e 64,8% nas populações daninhas à soja e presentes nos meses de janeiro, fevereiro e março, respectivamente (Fig. 7.5).

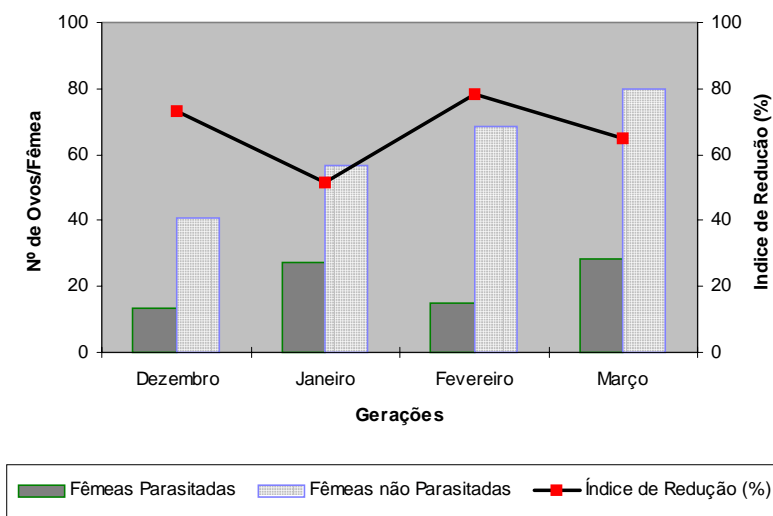


FIG. 7.5. Número de ovos colocados por fêmeas de *Euschistus heros* e efeito do parasitismo de *Hexacladia smithii* nas populações colonizante (dezembro) e daninha à soja (janeiro a março).

Na comparação dos números de postura dos percevejos de laboratório com percevejos de campo sadios e parasitados, durante o período de trinta dias, obteve-se, para o mês de março, valores médios de 17,33, 15,34 e 8,67 posturas para cada fêmea, respectivamente. O número médio de ovos produzidos pelas fêmeas também foi maior para os percevejos de laboratório (92,53) e de campo sadios (80,06), em relação às fêmeas parasitadas (28,17). Quanto ao tamanho da massa de ovos, não se observou diferença entre os tratamentos, obtendo-se o valor médio de 5,47 ovos/postura para os percevejos de laboratório, comparados à variação de 3,38 a 7,42 para os percevejos sadios do campo e de 4,30 a 7,47 ovos/postura para os percevejos parasitados. Pelos resultados obtidos conclui-se que a presença do parasitóide *H. smithii* no interior do corpo do percevejo marrom afetou negativamente as funções reprodutivas das fêmeas.

7.2.2 Capacidade diária de parasitismo de *Hexacladia smithii* em populações de *Euschistus heros*

Em laboratório avaliou-se o potencial diário de parasitismo de *H. smithii* em adultos de *E. heros*. Grupos de 10 adultos do percevejo hospedeiro foram expostos diariamente a um casal do parasitóide desde o

primeiro dia de vida adulta até o dia da morte da fêmea. Após o período de parasitismo, os percevejos foram mantidos em gerbox em estufas incubadoras com alimento adequado (vagens verdes de soja) e acompanhados diariamente, sendo dissecados após sua morte para análise e constatação da presença e do número de parasitóides.

Verificou-se que o potencial de parasitismo de *H. smithii* foi inversamente proporcional à idade da fêmea, obtendo-se os maiores índices no primeiro dia de vida adulta (Tabela 7.7). No teste, 88,9% das fêmeas ovipositaram neste dia, parasitando uma média de 3,44 percevejos e gerando 19,55 parasitóides por fêmea.

No segundo dia houve uma queda de aproximadamente 40,9% no número de parasitóides gerados; apenas 66,7% das fêmeas ovipositaram causando mortalidade em 1,55 percevejos. No terceiro dia de vida das fêmeas sobreviventes, apenas 42,9% ovipositaram, parasitando em média 0,71 percevejos, significativamente diferente da quantidade de percevejos parasitados no primeiro e no segundo dia. No quarto dia de vida adulta, o parasitismo médio foi de 0,75 percevejos com 7,25 parasitóides gerados por hospedeiro, enquanto no quinto e último dia de vida a sobrevivência das fêmeas foi muito baixa e não ocorreu oviposição.

Observou-se que o número total de percevejos parasitados por fêmea de *H. smithii* foi de 5,89 variando de três a 11 percevejos mortos, com um número médio de 34,42 parasitóides gerados e um máximo de 52 parasitóides/fêmea (Tabela 7.7).

7.2.3 *Telenomus podisi* Ashmead e suas interações com os principais percevejos-pragas, na cultura da soja

Com o objetivo de avaliar a interação do parasitóide de ovos *Telenomus podisi* Ashmead (Scelionidae) em relação aos percevejos-pragas na cultura da soja, estudos a campo e em gaiolas de campo foram conduzidos em duas lavouras de soja semeadas com as cultivares Embrapa 48 e BR-37, na região de Londrina, PR. Constataram-se, nos dois campos, as espécies

Euschistus heros (F.), *Piezodorus guildinii* (West.) e *Nezara viridula* (L.) como os percevejos mais frequentes na cultura, atingindo as maiores densidades populacionais no final do ciclo da cultura, em níveis médios de 5,25, 5,20 e 3,25 percevejos/2m de linha, no campo 1, e de 14,45, 3,55 e 7,45 percevejos/2m de linha, no campo 2, respectivamente.

O parasitóide *T. podisi* mostrou, nas duas lavouras, maior associação com a população do percevejo marrom *E. heros*, sendo responsável por 100% da mortalidade dos ovos deste hospedeiro coletados no final do período reprodutivo da soja, no campo 1, e num índice superior a 80% de parasitismo, durante todo o período amstral, no campo 2. *T. podisi* também foi constatado em ovos de *P. guildinii* e *N. viridula* em níveis inferiores, não

TABELA 7.7. Influência da idade da fêmea de *Hexacladia smithii* no potencial diário de parasitismo, em adultos do percevejo marrom, *Euschistus heros*.

Idade da fêmea (dias)	Fêmeas ovipositando (%)	Nº Fêmea/dia ($\bar{X} \pm E P$)	
		Percevejos parasitados	Parasitóides gerados
1	88,9	$3,44 \pm 0,71$ a ¹	$19,55 \pm 3,88$ a ¹
2	66,7	$1,55 \pm 0,50$ b	$8,00 \pm 2,75$ ab
3	42,9	$0,71 \pm 0,42$ b	$4,43 \pm 3,78$ b
4	50,0	$0,75 \pm 0,48$ b	$7,25 \pm 4,96$ ab
5	0	0 b	0 b
Total/Fêmea		5,89	34,42
Variação		3 a 11	18 a 52

¹ Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

conseguindo, entretanto, completar seu desenvolvimento em ovos do percevejo verde. Em gaiolas de campo, com população individual de *E. heros*, obteve-se parasitismo médio por *T. podisi* que foi estatisticamente igual ao parasitismo em ovos coletados nas gaiolas com população mista, contendo as três espécies de hospedeiros (31,7% e 20,1%, respectivamente) (Tabela 7.8). Entretanto, ovos de *P. guildinii* coletados em gaiolas com população mista apresentaram parasitismo médio de 43,2%, diferindo estatisticamente do parasitismo em ovos deste percevejo provenientes de populações individuais (1,5%), mostrando o efeito da presença do percevejo marrom, hospedeiro preferencial de *T. podisi*, na atração e conseqüente aumento do

parasitismo em ovos de hospedeiros alternativos. Comportamento semelhante foi constatado também em ovos de *N. viridula* parasitados por *T. podisi*, obtendo-se índices de 80,9% e 6,6% de parasitismo, para população mista e individual, respectivamente.

Esses resultados indicam que a presença do parasitóide *T. podisi* está fortemente associada à ocorrência do percevejo marrom, *E. heros*, em campos de soja, explicando a frequência elevada com que este parasitóide tem sido constatado nos levantamentos realizados a campo, nas últimas safras, em concordância com as altas densidades populacionais de seu hospedeiro *E. heros*, hoje a espécie de percevejo mais comum nas lavouras de soja da região de Londrina.

TABELA 7.8. Comparação do número médio de ovos parasitados por *Telenomus podisi* em populações mistas e individuais de *Euschistus heros*, *Piezodorus guildinii* e *Nezara viridula*, em gaiolas de campo.

Tratamentos	Parasitismo por <i>T. podisi</i> /hospedeiro ($\bar{X} \pm EP$) ¹		
	<i>E. heros</i>	<i>P. guildinii</i>	<i>N. viridula</i>
População mista	20,1 \pm 6,7 a ¹	43,2 \pm 9,7 a	80,9 \pm 13,0 a
População individual	31,7 \pm 7,5 a	1,5 \pm 1,5 b	6,6 \pm 6,6 a

¹ Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.



7.3 Efeito de Inseticidas Sobre Pragas e Inimigos Naturais (04.O.94.323-05)

Ivan C. Corso, Maria C.N. de Oliveira

Com o objetivo de testar o efeito de alguns inseticidas e doses sobre os principais percevejos-pragas da soja e sobre o "percevejo catarina" (*Dichelops* spp.), foram conduzidos três ensaios de campo: um em Cândido Mota, outro em Pedrinhas, Estado de São Paulo, e, para *Dichelops* spp., em Florínea, também Estado de São Paulo. Com relação a este último percevejo, nos últimos anos, ele vem aumentando sua incidência nas lavouras de soja do Paraná e, de forma bastante significativa, nas lavouras de milho de safrinha, plantado logo depois da soja, podendo causar prejuízos econômicos se não for bem controlado.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições/tratamento, que mediram 10m x 15m. Os inseticidas foram aplicados com um pulverizador costal de CO₂, equipado com barra contendo quatro bicos X-3, gastando-se um volume de calda de 100 l/ha. Os produtos e doses testados foram: Decisdan (mistura de deltametrina + endossulfan), nas doses de 500 e 750ml de produto comercial/ha, endossulfan (437,5 e 525 g i.a./ha), monocrotofós (75g i.a./ha + sal de cozinha, na concentração de 0,5%,

e 150g i.a./ha), pimetozine (75, 75+ sal, 100 e 125g i.a./ha) e tiame-toxan (12,5+ sal, 25+ sal, 37,5 e 50g i.a./ha). As avaliações foram efetuadas em datas variadas após a aplicação dos inseticidas sobre as plantas, havendo uma avaliação prévia da população existente, nos três ensaios. Utilizou-se o método do pano para a realização das amostragens (quatro/parcela). As espécies de percevejos predominantes foram *Euschistus heros* e *Piezodorus guildinii*, em Cândido Mota e Pedrinhas, além do percevejo catarina, em Florínea. Foram considerados ninfas grandes (³ 0,5cm) e adultos de percevejos, mas, em Pedrinhas, apenas ninfas grandes, devido à elevada quantidade que migrou de áreas vizinhas à área experimental, colhidas antecipadamente. De acordo com os resultados conseguidos nos ensaios de Cândido Mota e Pedrinhas, monocrotofós (75g i.a./ha+ sal) e tiame-toxan (25g i.a./ha, 25g i.a./ha+ sal, 37,5g i.a./ha e 50g i.a./ha) foram eficientes, alcançando o índice mínimo de controle requerido (80%), até o quarto dia após a aplicação. Este último inseticida, que está sendo introduzido no mercado brasileiro, também apresentou o maior poder residual de controle das duas espécies de percevejos, avaliadas conjuntamente. Os demais produtos e doses testados não apresentaram eficiência

TABELA 7.9. Número (N) de percevejos¹ vivos, presentes em 2m de fileira, e porcentagem de controle (PC), calculada pela fórmula de Abbott, de inseticidas aplicados sobre plantas de soja, em Cândido Mota, SP. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1997/98.

Tratamento	Dose (g i.a./ha)	Dias após a aplicação (DAA)					
		0	2		9		14
		N	N	PC	N	PC	N PC
Monocrotofós+ sal	75 + 0,5%	6,0 ² n.s. ³	0,7 bc ⁴	85	1,8 b	77	4,3 bc 39
Monocrotofós	150	5,7	1,2 bc	74	2,6 b	67	4,2 bc 41
Pimetrozine	75	4,0	2,0 abc	57	7,3 a	6	4,8 ab 32
Pimetrozine + sal	75 + 0,5%	3,9	2,1 ab	54	8,3 a	0	8,2 a 0
Pimetrozine	100	3,9	2,6 a	43	11,2 a	0	6,6 ab 7
Pimetrozine	125	3,5	3,7 a	20	7,6 a	3	4,5 bc 37
Tiametoxan	25	4,0	0,4 c	91	1,4 b	82	2,4 c 66
Tiametoxan + sal	25 + 0,5%	4,9	0,4 c	91	1,2 b	85	2,6 c 63
Tiametoxan	37,5	6,5	0,6 c	87	1,3 b	83	1,4 c 80
Tiametoxan	50	3,4	0,4 c	91	0,4 b	95	1,4 c 80
Testemunha	—	2,8	4,6 a	—	7,8 a	—	7,1 a —
C.V. (%)		21	21		35		35

¹ *Euschistus heros* (68%) e *Piezodorus guildinii* (32%). Esses percentuais foram calculados com base nas populações presentes na testemunha, por ocasião da pré-contagem (0 DAA);

² Média de quatro repetições;

³ Valor de F não significativo;

⁴ Médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 7.10. Número (N) de ninfas grandes vivas, de percevejos¹ presentes em 2m de fileira, e porcentagem de controle (PC), calculada pela fórmula de Abbott, de inseticidas aplicados sobre plantas de soja, em Pedrinhas, P. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1997/98.

Tratamento	Dose (g i.a./ha)	Dias após a aplicação (DAA)					
		0	3		7		10
		N	N	PC	N	PC	N PC
Deltametrina + endossulfan	4 + 160	16,8 ² n.s. ³	6,3 bc ⁴	46	8,1 b	40	4,2 cd 61
Deltametrina + endossulfan	6 + 240	21,3	7,1 ab	39	5,9 bcd	56	3,5 cd 68
Endossulfan	437,5	16,0	6,8 abc	41	8,4 b	37	7,5 b 31
Endossulfan	525	16,4	9,8 a	16	7,6 bc	43	5,1 b 53
Monocrotofós+ sal	75 + 0,5%	18,8	4,8 cd	59	4,4 bcde	67	2,6 cde 76
Monocrotofós	150	17,3	5,7 bc	51	6,8 bc	49	4,3 c 61
Tiametoxan + sal	12,5 + 0,5%	20,0	2,9 de	75	2,6 cde	81	2,4 de 78
Tiametoxan	25	21,4	1,3 f	89	2,4 cde	82	2,1 de 81
Tiametoxan + sal	25 + 0,5%	23,3	2,3 def	80	1,8 de	87	1,4 e 87
Tiametoxan	37,5	17,9	1,9 ef	84	1,5 e	89	1,5 e 86
Testemunha	—	17,9	11,6 a	—	13,4 a	—	10,9 a —
C.V. (%)		13	16		38		26

¹ *Euschistus heros* (86%) e *Piezodorus guildinii* (14%). Estes percentuais foram calculados com base nas populações presentes na testemunha, por ocasião da pré-contagem (0 DAA);

² Média de quatro repetições;

³ Valor de F não significativo;

⁴ Médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

sobre esses pentatomídeos (Tabelas 7.9 e 7.10).

Quanto ao controle do “percevejo catarina”, surpreendentemente, nenhum dos produtos ou doses avaliados foi eficiente, talvez pela característica observada deste percevejo se alojar nas partes mais baixas das plantas. Isso pode torná-lo menos vulnerável à ação das gotículas dos produtos aplicados, as quais, na época dos picos de ocorrência de percevejos, geralmente ficam concentradas nas partes mais altas das plantas de soja, em virtude do fechamento do espaço deixado entre as linhas, no plantio (Tabela 7.11).

7.4 Epizootiologia de *Entomopatógenos* e Avaliação de seu Potencial no Controle Biológico de Pragas da Soja (04.0.94.323-06)

Daniel R. Sosa-Gómez, Flávio Moscardi,
Lauro Morales, Katiaires E. Delpin

♦ Inibição do crescimento de *Nomuraea rileyi* “in vitro” por fungicidas e herbicidas recomendados para a cultura da soja

Nomuraea rileyi é um dos agentes de controle natural mais importantes das populações da lagarta da soja e lagartas de Plusiinae. As epizootias desse patógeno podem ser afetadas por aplicações de benomil, como tem sido demonstrado nos Estados Unidos.

TABELA 7.11. Número (N) de percevejos vivos de *Dichelops* spp., presentes em 2m de fileira, e porcentagem de controle (PC), calculada pela fórmula de Abbott, de inseticidas aplicados sobre plantas de soja, em Florínea, SP. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1997/98.

Tratamento	Dose (g i.a./ha)	Dias após a aplicação (DAA)							
		0		2		4		10	
		N		N	PC	N	PC	N	PC
Monocrotofós + sal	75 + 0,5%	6,8 ¹ n.s. ²		2,6 b ³	67	3,1 de	47	4,4 n.s.	28
Monocrotofós	150	6,3		2,1 b	73	2,8 e	53	5,6	8
Pimetrozine	75	6,4		6,4 a	18	6,7 ab	0	4,4	28
Pimetrozine + sal	75 + 0,5%	7,4		8,9 a	0	6,9 a	0	5,4	11
Pimetrozine	100	6,9		6,8 a	13	6,1 abc	0	6,5	0
Pimetrozine	125	6,1		5,5 a	29	8,4 a	0	7,8	0
Tiametoxan	25	4,9		2,6 b	67	3,3 de	44	3,9	36
Tiametoxan + sal	25 + 0,5%	6,8		2,4 b	69	4,8 bcde	19	5,9	3
Tiametoxan	37,5	5,3		2,1 b	73	3,4 de	42	6,1	0
Tiametoxan	50	6,5		2,6 b	67	3,8 cde	36	6,1	0
Testemunha	—	5,5		7,8 a	—	5,9 abcd	—	6,1	—
C.V. (%)		30		32		26		31	

¹ Média de quatro repetições;

² Valor de F não significativo;

³ Médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Atualmente, as aplicações de fungicidas no Brasil para o controle do Oídio (*Microsphaera diffusa*), no início da cultura, assim como herbicidas com ação pouco seletiva poderiam afetar negativamente epizootias do fungo sobre populações de lagartas. Considera-se necessário avaliar *in vitro* as formulações comerciais dos fungicidas Benlate, Derosal, Score, Spectro e Kumulus, e dos herbicidas: Shogum, Select, Poast, Classic, Podium, Pivot, Cobra e Flex sobre o crescimento de *N. rileyi*. O isolado CNPSO-Nr32 de *N. rileyi* foi obtido da micoteca da Embrapa Soja. Os agroquímicos foram diluídos ou suspensos em meio de cultura SMAY com sulfato de streptomina 0,025%; após verter o meio

de cultura em placas de Petri, o inóculo foi colocado em pequenos pontos, para permitir o desenvolvimento circular das colônias. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado. O diâmetro das colônias foi analisado pelo método Kruskal-Wallis e as médias foram comparadas mediante Student-Newman-Keuls. Foi observado um forte efeito fungistático do Score e do Spectro, em primeiro lugar, seguidos por Benlate, Derosal e Kumulus, sendo este o menos nocivo (Fig. 7.6). Entre os herbicidas, os mais deletérios para *N. rileyi* foram Pivot, Cobra e Flex (Fig. 7.7). Provavelmente, as tendências de inibição observadas sejam semelhantes em campo, porém há necessidade de realizar experiências nos estádios

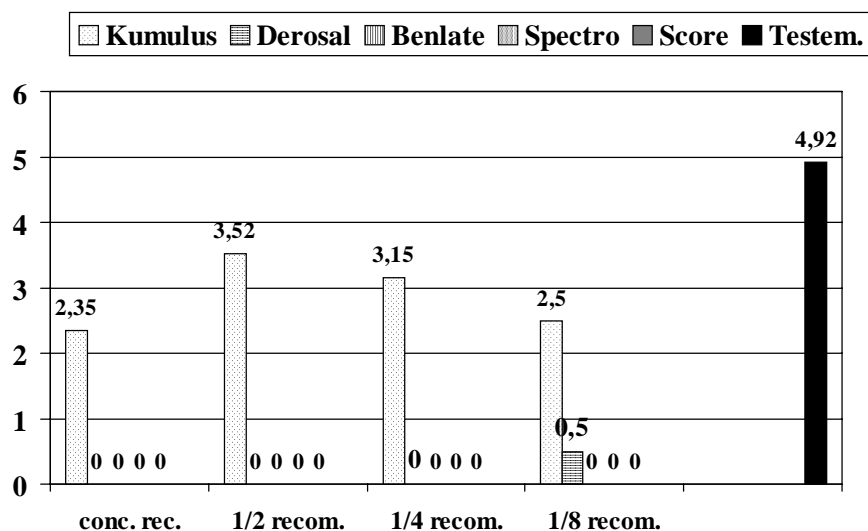


FIG. 7.6. Diâmetro médio das colônias de *Nomuraea rileyi* (CNPSO-Nr32) após 7 dias de incubação em meio SMAY contendo fungicidas. Concentração recomendada e suas sucessivas diluições em comparação com a testemunha.

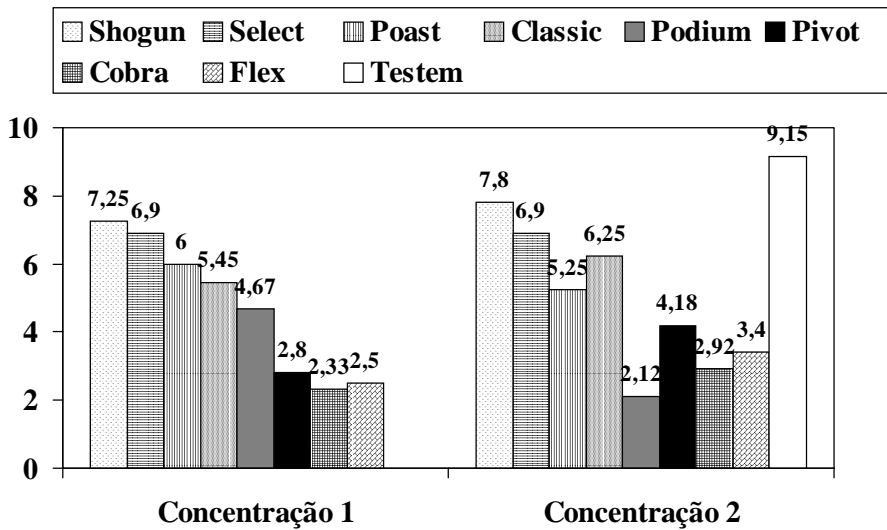


Fig. 7.7. Diâmetro médio das colônias de *Nomuraea rileyi* (CNPSO-Nr32) após 7 dias de incubação em meio SMAY contendo herbicidas. Concentração 1 recomendada e concentração 2 mínima recomendada. * = difere significativamente da testemunha.

da cultura, em que esses produtos podem ser usados.

♦ Efeito de aplicações de fungicidas sobre a incidência do fungo *Nomuraea rileyi* em populações da lagarta da soja

Para determinar o efeito de fungicidas sobre o fungo *N. rileyi*, em campo, foram tratadas três áreas (2666 m² cada uma), quando as plantas de soja encontravam-se no estágio R1-R2. Os fungicidas aplicados foram difenoconazole (Score, 75 g i.a./ha) e benomil (Benlate, 262,5 g i.a./ha), ambos em 300 l de água. Uma terceira área (testemunha) foi tratada apenas com água. Foram feitas amostragens pelo método do pano de batida, em 15

pontos em cada área, antes da aplicação e duas vezes por semana após a aplicação. Esta foi realizada no dia 9/1/98, quando foram detectados os primeiros casos de infecção por *N. rileyi* em lagartas. O número de lagartas vivas por pano e o de lagartas mortas por *N. rileyi* foi quantificado e registrado. Observou-se que, na área tratada com benomil, os números de lagartas mortas por *N. rileyi* e lagartas vivas não diferiram da área testemunha. Por outro lado, o número de lagartas mortas pelo fungo *N. rileyi* foi maior na área testemunha do que na área tratada com Score (difenoconazole) ($t = 1,827$ e $P = 0,089$) (Fig. 7.8) evidenciando que o difenoconazole afetou a ocorrência do fungo *N. rileyi* sobre

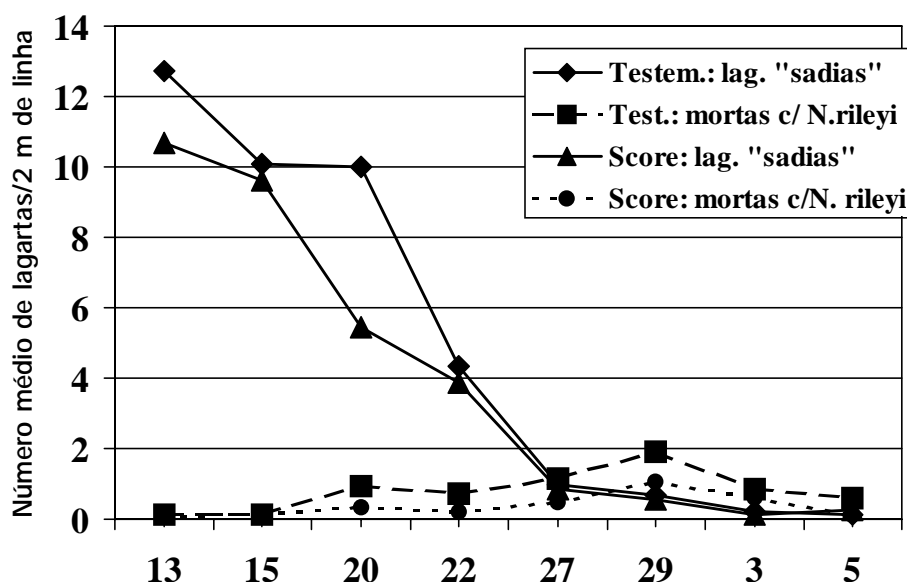


FIG. 7.8. Número médio de lagartas /2 m de *Anticarsia gemmatilis* vivas e mortas com *Nomuraea rileyi* em áreas tratadas e não tratadas com o fungicida difenoconazole (Score).

as populações da lagarta-da-soja. Entretanto, o número de lagartas sem infecção aparente e provenientes da área tratada com esse fungicida não diferiu significativamente daquele encontrado na testemunha.

♦ Avaliação da possibilidade de desenvolvimento de resistência ao *Baculovirus anticarsia* por populações da lagarta da soja

Os trabalhos relativos a esse tópico foram concluídos e os resultados finais dos diferentes experimentos são resumidos a seguir. 1) Pressão de seleção, em laboratório, sobre o desenvolvimento de resistência ao VPNAg (Baculovírus) por uma popula-

ção (Sertaneja, PR) de *A. gemmatilis*: Esse estudo demandou mais de quatro anos de avaliação dessas populações (selecionada e suscetível). Verificou-se que a população de *A. gemmatilis* sob pressão (selecionada) desenvolveu rápida resistência ao VPNAg, manifestando-se já em F4 com uma taxa de resistência (TR) de 3,6x em relação à população suscetível. A TR cresceu nas gerações subsequentes, atingindo valores superiores a 3000 a partir de F15. Os resultados obtidos em 1998 (F47 a F52) evidenciam que a TR oscilou acima de 10.000x. Esses dados são singulares, pois as TRs obtidas para baculovírus de outros hospedeiros, em estudos semelhan-

tes, situam-se abaixo de 300x. Portanto, a lagarta da soja possui um elevado potencial para desenvolver resistência ao AgNPV. No entanto, até agora, não há evidências de que esse fenômeno esteja ocorrendo em campo, o que provavelmente será explicado por experimentos relatados na sequência.

2) Retrocruzamentos entre populações resistentes e suscetíveis ao VPNAg - Verificou-se que a população de *A. gemmatalis* altamente resistente ao vírus ($TR > 3.000x$) perdeu totalmente a resistência após 3-4 retrocruzamentos com a respectiva população suscetível do inseto. Isso indica que cruzamentos entre populações submetidas à aplicações do vírus em campo com aquelas não submetidas ao bioinseticida (suscetíveis e imigrantes de áreas vizinhas) parece ser o mecanismo mais importante que impede o desenvolvimento de resistência de *A. gemmatalis* ao VPNAg em campo. 3) Perda da resistência após liberação da pressão de seleção - Após liberação da pressão de seleção sobre a população altamente resistente ($TR > 3.000x$), verificou-se que somente depois de 11 gerações do inseto, nessas condições, houve drástica redução nos níveis de resistência ($TR = 11,6x$ em F11). Mesmo assim, nunca se restabeleceram os níveis originais de suscetibilidade, pois a TR nas gerações subsequentes (F12 a F19) oscilou entre 2,1 a 9,0x. 4) Taxa de restabelecimento da resistên-

cia, mediante nova pressão de seleção em populações que perderam a resistência por retrocruzamentos com população suscetível ou por liberação da pressão de seleção (itens 2 e 3) - Verificou-se que essas populações desenvolveram resistência novamente, de forma mais rápida e a uma taxa muito maior que na população inicial (item 1). Enquanto esta apresentou desenvolvimento de resistência verdadeira a partir de F4 ($TR = 3,6x$), evoluindo gradativamente até atingir TR de 117x em F9, as outras populações apresentaram resistência já em F2 (TR de 4,6 a 10,8x), evoluindo para TRs de 791 e 847x em F9, respectivamente. Na população original, valores similares só foram atingidos a partir de F14. Os resultados obtidos demonstram a necessidade de se determinar os mecanismos envolvidos nessa resistência, assunto que estará sendo abordado em novo subprojeto, a ser iniciado no ano 2000.

♦ **Avaliação de substâncias com potencial de aumentar a virulência do Baculovirus anticarsia (VPNAg)**

Os trabalhos relativos a essa linha de pesquisa concentraram-se na avaliação de branqueadores óticos (do grupo dos stilbenes), disponíveis no Brasil, em mistura com o vírus de poliedrose nuclear de *A. gemmatalis* (VPNAg), visando, principalmente, o uso dessas substâncias em formula-

ções do vírus de forma a potencializar a atividade do vírus, tanto em termos de mortalidade como de redução do seu tempo letal para a lagarta da soja. Esses estudos, bem como outros relativos ao potencial de uso dessas substâncias com o VPNAg, são resumidos na sequência.

a) Avaliação de branqueadores óticos disponíveis no mercado brasileiro -

Dentre mais de 20 branqueadores testados, dois deles (Tinopal UNPA GX e Tinopal DMS) se destacaram. Esses produtos promoveram o aumento da atividade do VPNAg de 145x e 135x, respectivamente, sobre a lagarta da soja, quando utilizados na concentração de 0,5% em mistura com o vírus. Além disso, esses produtos proporcionaram redução de 2,5 e 1,8 dias, respectivamente, no tempo médio de mortalidade da lagarta pelo VPN, em relação ao vírus isoladamente.

b) Proteção de branqueadores óticos à desativação do VPNAg por luz ultra violeta - Um dos fatores mais importantes que afetam a eficiência do VPNAg em campo é sua rápida desativação pela radiação solar, especialmente a faixa ultra-violeta (UV). Em experimentos com luz UV germicida, com faixa de frequência semelhante à que ocorre em campo, verificou-se que branqueadores óticos proporcionaram proteção ao vírus contra a desativação por luz

UV. Após a exposição à luz UV, o VPNAg sozinho (sem proteção) matou cerca de 30% de lagartas de *A. gemmatalis*, enquanto na mistura com branqueadores óticos a mortalidade foi superior a 90% em média, não diferindo estatisticamente dos tratamentos com branqueadores sem exposição à luz UV.

c) Efeito de branqueadores óticos na reversão da resistência de *A. gemmatalis* ao VPNAg - Trabalhos anteriores, realizados no âmbito deste subprojeto, mostraram que branqueadores óticos (obtidos dos Estados Unidos), em mistura com o VPNAg, quebraram totalmente a resistência de população de *A. gemmatalis* altamente resistente ao vírus. Estudos com o Tinopal UNPA GX e Tinopal DMS, disponíveis no mercado brasileiro, confirmaram esses resultados.

d) Produção do VPNAg em lagartas infectadas com o vírus em mistura com branqueadores óticos - Verificou-se que lagartas mortas pelo tratamento de misturas do VPNAg com branqueadores óticos produziram, praticamente, a mesma quantidade de poliedros virais que as lagartas infectadas apenas com o VPNAg. Isso abre novas perspectivas para o aprimoramento da produção do VPNAg em laboratório, uma vez que os insetos morrem mais rapidamen-

te, implicando em menor gasto de dieta artificial e menor custo do produto final.

- e) **Aumento da virulência do VPNAg a outras lagartas da soja, através de sua mistura com branqueadores óticos** - Por ser muito específico à lagarta da soja, *A. gemmatilis*, o VPNAg não afeta outras lagartas que ocorrem simultaneamente na cultura, como espécies de *Plusiinae* (*Pseudoplusia includens*, *Rachiplusia nu* e *Trichoplusia ni*) e de *Spodoptera* (*S. eridanea*, *S. frugiperda* e *S. latifascia*). Em experimento realizado com *R. nu*, verificou-se que o branqueador ótico Tinopal DMS (0,5%) em mistura com o VPNAg proporcionou mortalidade elevada (cerca de 90%) de lagartas de *R. nu*, enquanto o VPNAg por si só provocou mortalidade de cerca de 19% nesse inseto.



7.5 Biologia, Ecologia e Controle de Insetos de Hábito Subterrâneo em Soja (04.0.94.323-07)

Ivan C. Corso, Clara B. Hoffmann-Campo,
Lenita J. Oliveira, Salvatore De Angelis

7.5.1 Efeito de inseticidas misturados à semente e pulverizados sobre as plantas no controle do tamanduá-da-soja, *Sternechus subsignatus* Böehman

Sternechus subsignatus é um curculionídeo que ataca a haste principal e as ramificações das plantas, podendo ocasionar a perda total da lavoura. Com o objetivo de testar inseticidas e doses para controle dessa praga, conduziu-se, na safra 1997/98, um ensaio em campo (em Pinhão-PR) e um em casa-de-vegetação com inseticidas misturados à semente, e dois ensaios de campo, com inseticidas pulverizados na parte aérea, um em Mauá da Serra e outro em Guarapuava, PR.

Inseticidas misturados às sementes - Na casa-de-vegetação, os diferentes tratamentos foram avaliados para verificar uma eventual ação fitotóxica à soja, avaliação esta realizada aos 7 e 13 dias após à semeadura (DAS), contando-se o número de plântulas saudáveis. No campo, os tratamentos foram avaliados para verificar o seu efeito direto sobre o inseto, sendo as avaliações efetuadas diariamente, do décimo-sexto ao vigésimo-oitavo DAS, contando-se o número de plantas vivas, atacadas e mortas e os adultos vivos de *Sternechus subsignatus*, presentes em quatro amostragens aleatórias de 1m de linha de soja, dentro de cada parcela. A partir dos 28 DAS, as contagens foram realizadas com periodicidade variável. Para avaliar a fitotoxicidade à soja, as sementes foram tratadas com os inseticidas, com os inseticidas + fungicida, fungicida, água

e sem tratamento (testemunha) e semeadas na areia, em caixas plásticas de 38x27x9cm $\frac{3}{4}$ o fungicida utilizado foi a mistura 70g de thiran + 17g de thiabendazole/100kg de sementes; para a semeadura no campo, realizada na data de 25/11/97, as sementes foram tratadas somente com os inseticidas e semeadas em parcelas de 3x4m, havendo cinco repetições/tratamento.

De acordo com os resultados obtidos na casa-de-vegetação, os tratamentos tiametoxan (210g i.a./100kg sem.) + fungicida e imidaclopride (240 e 360g i.a./100kg sem.) apresentaram sintomas de fitotoxicidade nas plântulas de soja. No campo, até a contagem realizada aos 23 DAS

não foram observadas grandes diferenças entre os tratamentos quanto ao número de plantas atacadas pelo inseto; entretanto, constatou-se um número menor para os inseticidas fipronil e tiametoxan. A partir desta data, até 34 DAS, observou-se um número menor de adultos de *S. subsignatus* e, conseqüentemente, menos plantas atacadas pela praga, nos tratamentos fipronil, tiametoxan e tiodicarbe, em relação à testemunha (Fig. 7.9). Os resultados obtidos indicaram que fipronil e tiametoxan conferem proteção inicial à soja mais acentuada do que os demais produtos e doses avaliados.

Inseticidas aplicados em pulverização sobre plantas de soja - O

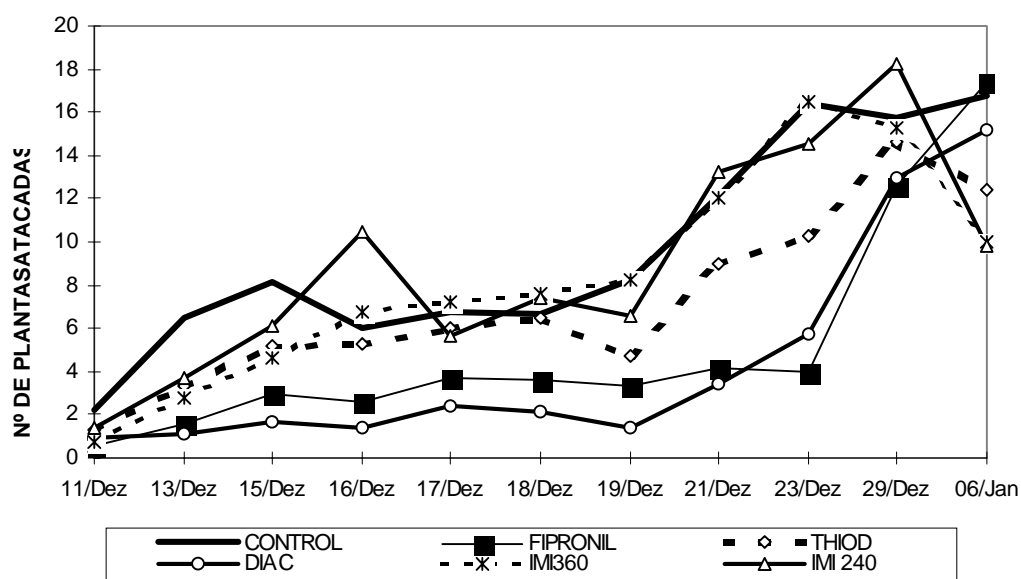


FIG. 7.9. Número de plantas atacadas por *Sternechus subsignatus* em experimento de tratamento de sementes de soja com inseticidas, em Pinhão, PR, 1997/98.

delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, as quais mediram 4x8m e 6x7m, estando as plantas em V_6 e V_3 , respectivamente. Os inseticidas foram aplicados com um pulverizador costal de pressão constante (CO_2), em volume de calda equivalente a 83,3 l/ha. Os produtos e doses (g i.a./ha) avaliados foram: betaciflutrina CE e SC (10), etofenprox (45), fipronil (32, 48 e 64), metamidofós (480) e tiametoxan (210). As avaliações foram efetuadas aos 0, 2, 5 ou 6, 8 e 12 ou 14 dias após a aplicação (DAA), contando-se o número de adultos vivos, presentes em 12m (Mauá da Serra) e 5m (Guarapuava) de linha de soja. Nesta última localidade, também foram avaliados o estande inicial de plantas saudáveis e o

número de plantas atacadas, em cada data de avaliação. Considerando-se os resultados obtidos nos dois ensaios fipronil, nas três doses testadas, e tiametoxan foram os melhores tratamentos, atingindo o índice mínimo de controle de 80% já no segundo DAA, nos dois ensaios, e mantendo altos percentuais de controle da praga até cerca de uma semana após a aplicação. Fipronil e tiametoxan também acarretaram um número final menor de plantas atacadas, em relação aos demais tratamentos (Tabelas 7.12 e 7.13).

7.5.2 Oviposição e danos de *Sternechus subsignatus* em diversas leguminosas com e sem troca de hospedeiros, em casa-de-vegetação

TABELA 7.12. Porcentagem de controle (PC) de *Sternechus subsignatus*, calculada pela fórmula de Abbott, de inseticidas aplicados sobre plantas de soja, em Mauá da Serra e Guarapuava, PR. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1997/98.

Tratamento	Dose (g i.a./ha)	Mauá da Serra			Guarapuava			
		PC			PC			
		Dias após a aplicação (DAA)			Dias após a aplicação (DAA)			
		2	6	14	2	5	8	12
Betaciflutrina CE	10	76 ¹	13 ¹	0 ¹	0 ¹	38 ¹	18 ¹	0 ¹
Betaciflutrina SC	10	88	61	0	70	63	29	0
Etofenprox	45	78	44	17	0	27	0	0
Fipronil	32	98	100	50	100	79	72	74
Fipronil	48	97	97	50	100	79	89	58
Fipronil	64	97	92	83	90	63	54	58
Metamidofós	480	85	51	43	0	42	0	0
Tiametoxan	210	95	100	90	90	73	82	5

¹ Média de quatro repetições.

TABELA 7.13. Número acumulado de plantas atacadas (PA) por 5m de linha de soja, em experimento de controle químico de *Sternechus subsignatus*, realizado em Guarapuava, PR. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1997/98.

Tratamento	Dose (g) i.a./ha	Dias após a aplicação (DAA)				Total PA ¹ (%)
		2	5	8	12	
		PA ¹	PA ¹	PA ¹	PA ¹	
Betaciflutrina CE	10	5,1 ab ²	12,3 b	31,8 bcd	49,8 ab	83,3
Betaciflutrina SC	10	3,8 b	5,8 b	18,5 bcde	27,0 bc	44,3
Etofenprox	45	6,0 ^a b	16,8ab	38,8 bc	53,0 ^a b	88,2
Fipronil	32	4,4 b	6,8 b	14,3 cde	23,0 bc	35,2
Fipronil	48	5,8 ^a b	9,5 b	13,3 de	13,5 c	24,3
Fipronil	64	5,1 ^a b	8,0 b	13,0 de	8,0 c	13,1
Metamidofós	480	6,9 ^a b	18,0ab	40,0 b	53,3 ab	80,2
Tiametoxan	210	4,4 b	4,3 b	6,3 e	10,3 c	17,8
Testemunha	–	10,9 a	29,5 a	72,8 a	70,8 a	100,0
C.V. (%)		44	53	38	40	–

¹ Média de quatro repetições.

² Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Na safra 97/98, foram conduzidos dois ensaios em casa-de-vegetação com casais de *Sternechus subsignatus* confinados em gaiolas contendo plantas de uma única espécie de leguminosa. No primeiro ensaio os insetos foram mantidos na leguminosa original até o final, mas no segundo ensaio os insetos foram transferidos para vasos com soja após ficarem 11 dias em outra leguminosa.

Observou-se que os adultos alimentados com feijão de porco e ervilhaca comum viveram mais tempo (28 e 27 dias, respectivamente) que aqueles alimentados com lab-lab (9,8 dias). Mas apesar de os adultos terem sobrevivido bem em ervilhaca, tanto comum como peluda, as fêmeas não

ovipositaram nessas leguminosas, sugerindo que as ervilhacas podem servir de alimento aos adultos, mas não favorecem a multiplicação do inseto. As fêmeas ovipositaram em feijão de porco, soja, feijão e lab-lab; entretanto, nesta última leguminosa, o número de ovos/fêmea (0,22) foi menor, embora não diferisse significativamente das demais espécies.

No teste realizado em gaiolas, em casa de vegetação, para avaliar o efeito do alimento utilizado pelos adultos antes da soja, no desempenho posterior nesta leguminosa, observou-se que o hospedeiro anterior não afetou o número de ovos. Este que variou de 5,1 a 11,7 ovos/fêmea, os quais foram colocados posteriormente, na

soja. O hospedeiro anterior também não afetou o desenvolvimento das larvas, cujo peso, 15 dias após a postura, variou de 11,5mg a 16mg, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos. Neste ensaio, durante o período que os casais foram mantidos no hospedeiro anterior, também foi possível observar o desempenho nas diversas leguminosas. O dano causado pelos adultos foi maior em soja e feijão de porco (49 e 47 sinais de danos/planta, respectivamente) e menor em lab-lab (20 sinais/planta). Novamente, as fêmeas não ovipositaram nas espécies de ervilhaca e o número de ovos/fêmea colocados em soja e feijão (2,7 ovos/fêmea em ambas as espécies) foram significativamente maiores que em feijão de porco (0,07 ovos/fêmea).



7.6 Interação de *Baculovirus* e Rutina na Mortalidade de Populações de *Anticarsia gemmatalis* Suscetíveis e Resistentes ao Vírus de Poliedrose Nuclear (04.0.94.323-17)

Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Flávio Moscardi

Baculovirus anticarsia (VPNAg) é um importante agente do controle biológico da lagarta-da-soja (*A. gemmatalis*) e tem sido uma alternativa viável à aplicação de inseticidas

químicos, sendo altamente virulento em doses baixas e facilmente transmitido por inimigos naturais ou fatores abióticos. Entretanto, a suscetibilidade dos insetos aos patógenos pode ser influenciada pelas defesas químicas das plantas, podendo o efeito ser sinérgico ou antagônico.

A ocorrência do flavonóide rutina é muito comum nos vegetais e também foi identificado em um dos genótipos de soja mais utilizados como fonte de resistência a insetos desfolhadores – PI227687. Resultados de pesquisa revelaram que a sobrevivência, o comportamento e a fisiologia de *A. gemmatalis* foi negativamente afetada pela adição de rutina à dieta artificial, sendo, portanto, desejável que esta substância seja mantida em genótipos de soja. Porém, o conhecimento do papel que desempenha, não somente na interação com as pragas importantes da cultura, mas também com os seus agentes de controle biológico, torna-se muito importante e foi o objetivo deste trabalho.

As lagartas foram mantidas, desde a eclosão, em dieta artificial para criação de *A. gemmatalis* sem e com a adição de duas concentrações de rutina (0,00, 0,65% e 1,30%). No final do 2º instar, as lagartas foram transferidas para copos (30 ml), em grupos de três indivíduos e foram acrescentadas às dietas, diferentes concentrações de *Baculovirus*; para as

lagartas oriundas da colônia suscetível, utilizaram-se as concentrações 0, 60, 180, 540, 1.600 e 4.860 poliedros/ml de dieta, enquanto, na resistente, testaram-se as concentrações 0, 131.200, 393.600, 1.181.000, 3.543.000 e 10.600.000 poliedros/ml. Na preparação das dietas, adicionaram-se rutina e VPNAg quando o material atingiu 50°C de temperatura, para evitar a desativação térmica destas substâncias. As lagartas foram observadas diariamente, anotando-se o número de indivíduos mortos e o agente causal.

Nas lagartas da colônia suscetível, houve sinergismo entre o vírus e a rutina, até a concentração de 540 poliedros de VPNAg/ml de dieta (Fig.

7.10). Nessa concentração, a mortalidade total causada pelo vírus às lagartas alimentadas com dieta sem rutina foi de 27%. No entanto, aquelas que se alimentaram em dieta com rutina apresentaram mortalidade de 58% (dose de 0,65%) e de 75% (dose de 1,30%).

Em lagartas da colônia resistente ao vírus, também ocorreu efeito sinérgico de rutina e VPNAg, nas concentrações menores. Nenhuma lagarta morreu com sintoma de infecção por Baculovirus, quando alimentadas com dieta sem rutina e a menor concentração do patógeno (131.200 poliedros/ml de dieta) (Fig. 7.11). Porém, quando este foi misturado com rutina a 0,65%, ocorreu 17% de mor-

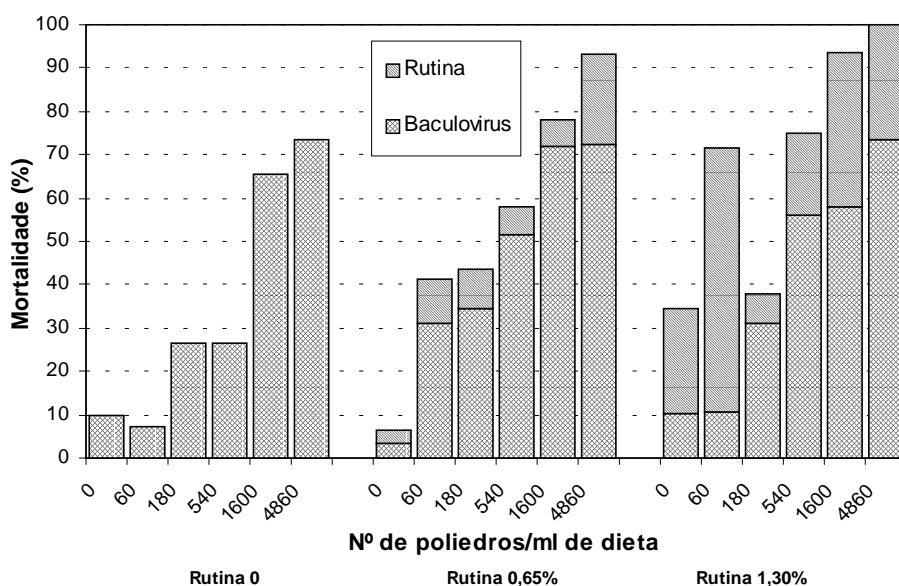


FIG. 7.10. Mortalidade (%) de lagartas de *A. gemmatilis*, de colônia suscetível a *Baculovirus anticarsia*, causada pela associação de rutina e Baculovirus.

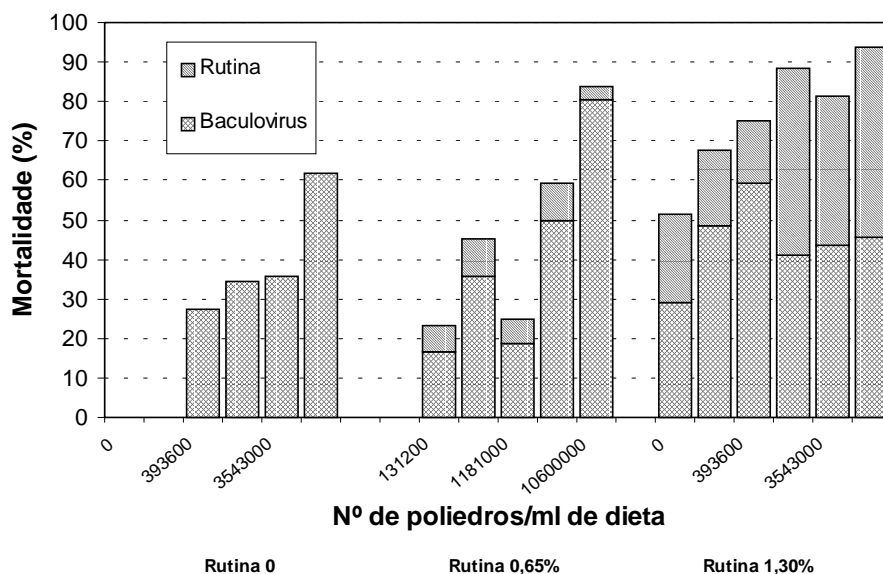


FIG. 7.11. Mortalidade (%) de lagartas de *A. gemmatilis*, de colônia resistente a *Baculovirus anticarsia*, causada pela associação de rutina e Baculovírus.

talidade por VPNAg e 7% por rutina. Ao ser acrescentado 1,30% de rutina à dieta, nas concentrações do vírus acima de 118.100 poliedros/ml de dieta, ao contrário do esperado, menos de 50% das lagartas morreram por vírus; a mortalidade total, entretanto, permaneceu alta, isto é, acima de 80%.

O tempo necessário para a mortalidade das lagartas, tanto as oriundas da colônia suscetível como as da resistente ao Baculovírus, causada por VPNAg ou rutina, diminuiu à medida que aumentou a concentração de VPN à dieta, sem ou com a adição de rutina (Tabelas 7.14 e 7.15).

TABELA 7.14. Número médio de dias necessário para mortalidade, por vírus ou rutina, de lagartas de *A. gemmatilis*, de colônia suscetível a *Baculovirus anticarsia*, alimentadas com dieta contendo diferentes concentrações de rutina e VPNAg.

VPNAg Nº pol./ml dieta	Rutina 0%		Rutina 0,65%		Rutina 1,30%	
	Baculovirus		Baculovirus	Rutina	Baculovirus	Rutina
0	13,3 (3)		16,0 (1)	16,0 (1)	17,0 (3)	10,4 (7)
60	13,5 (2)		15,2 (9)	10,3 (3)	18,0 (3)	10,9 (17)
180	11,7 (8)		14,7 (11)	11,3 (3)	16,8 (9)	7,5 (2)
540	13,2 (8)		14,1 (16)	9,5 (2)	15,6 (18)	8,8 (6)
1.600	11,9 (21)		13,6 (23)	8,5 (2)	12,9 (25)	9,6 (11)
4.860	10,6 (22)		12,0 (21)	7,8 (5)	10,6 (25)	6,8 (9)

TABELA 7.15. Número médio de dias necessário para mortalidade de lagartas de *A. gemmatalis*, de colônia resistente a *Baculovirus anticarsia*, alimentadas com dieta contendo diferentes concentrações de rutina e VPNAg.

VPNAg Nº pol./ml dieta	Rutina 0%	Rutina 0,65%		Rutina 1,30%	
	Baculovirus	Baculovirus	Rutina	Baculovirus	Rutina
0	—	—	—	17,7 (9)	10,3 (7)
131.200	—	14,4 (5)	6,6 (2)	16,1 (15)	12,2 (6)
393.600	13,2 (8)	12,8 (11)	7,3 (3)	14,1 (19)	11,2 (5)
1.181.000	11,3 (11)	12,8 (6)	9,0 (2)	14,7 (14)	10,6 (16)
3.543.000	11,2 (11)	13,7 (16)	7,7 (3)	13,8 (14)	9,0 (12)
10.600.000	10,5 (21)	10,6 (25)	14,0 (1)	13,1 (15)	8,1 (16)

Na colônia suscetível, houve redução de 2,9 dias no tempo de mortalidade, da menor para a maior concentração do VPNAg, quando as lagartas foram alimentadas com dieta sem rutina. Por outro lado, quando na presença de rutina (1,30%) essa redução foi ainda maior (7,4 dias).

Em geral, observou-se que, nas maiores concentrações de VPNAg, houve aumento da mortalidade do inseto. Entretanto, para as lagartas alimentadas em dieta com concentração mais alta de rutina (1,30%), esta contribuiu mais na mortalidade total. Nas testemunhas com rutina, observou-se infecção viral de até 10% (lagartas suscetíveis) e 29% (lagartas resistentes), indicando que a rutina pode tornar os insetos mais sujeitos a

infecções por vírus. Como a rutina afeta a fisiologia e o comportamento do inseto, a redução no consumo alimentar pode ter tornado o inseto sensível a baixas concentrações do patógeno. Price et al. (1980) teorizou que o estado nutricional, assim como o tipo de produto da planta ingerido pelo inseto, podem predispor-lo à infecção por doenças. A rutina é encontrada a 0,65% no genótipo resistente PI 227687. Nessa concentração, principalmente na população suscetível, verificou-se que ocorre uma interação positiva da rutina com o VPNAg, podendo, portanto, considerar-se a sua manutenção nas cultivares de soja melhoradas geneticamente para a resistência a insetos desfolhadores.



8

DESENVOLVIMENTO DE GERMOPLASMA E CULTIVARES DE SOJA ADAPTADOS ÀS VÁRIAS REGIÕES ECOLÓGICAS E AOS VÁRIOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO**Nº do Projeto:** 04.0.94.321**Líder:** Leones Alves de Almeida**Nº de Subprojetos que compõem o Projeto:** 41

Unidades Instituições Participantes: Embrapa Soja, Embrapa Trigo, Embrapa Clima Temperado, Embrapa Agropecuária Oeste, Embrapa Pecuária Sul, Embrapa Cerrados, Embrapa Meio Norte, Embrapa Rondônia, Embrapa Roraima, Embrapa Acre, Embrapa Amazônia Oriental, FEPAGRO, EPAGRI, EPAMIG, EMPAER-MS, EBDA, EMGOPA, IPA, CTPA, Fundação Cerrados, FAPCEN, FBA, FMT e FUNAP

O projeto tem como objetivos principais o desenvolvimento de germoplasma e a criação de novas cultivares de soja, a partir de populações desenvolvidas, para atender aos objetivos gerais e específicos, estabelecidos nos programas de melhoramento genético da cultura. Cultivares de soja mais produtivas, estáveis, resistentes às principais doenças e adaptadas às várias regiões ecológicas, são criadas no âmbito deste projeto. O desenvolvimento de germoplasma e de cultivares de soja com características mais específicas, como resistência a insetos, tolerância ao complexo de acidez do solo, boa qualidade fisiológica da semente, melhor qualidade nutricional do grão e adequação ao consumo humano, são também contemplados como objetivos importantes no projeto. São também contempladas como ações de pesquisa a caracterização do comportamento das novas variedades lançadas quanto aos aspectos fitotécnicos de épocas de semeadura, espaçamentos, responsividade aos níveis de fertilidade e correção dos solos e estudos biotecnológicos.

Fruto da pesquisa varietal, em 1998 foram lançadas, nos diversos estados, vinte e quatro cultivares de soja desenvolvidas pela Embrapa ou pelos Sistemas de Parcerias, em contratos com instituições de pesquisa estaduais e empresas privadas no desenvolvimento de variedades de soja. Os lançamentos foram: **Rio Grande do Sul** - BRS 153 e BRS 154; **Paraná** - BRS 155, BRS 156 e BRS 157; **Mato Grosso do Sul** - BRSMS Taquari, BRSMS Carandá, BRSMS Bacuri, BRSMS Piapara, BRSMS Tuiuiú, BRSMS

Campo Grande, BRSMS Piraputanga e BRSMS Apaíari; **Mato Grosso** - BRSMT Pintado; **Goiás e Distrito Federal** - BRS Milena, BRSMT Crixás e as essencialmente derivadas para resistência ao cancro da haste BRSGO Goiatuba, BRSGO Catalão, BRSGO Bela Vista e BRSGO Jataí; **Minas Gerais** - BRSMG Vencedora e BRSMG Liderança; **Maranhão / Piauí** - BRSMA Pati e BRSMA Seridó RCH.

Todas as variedades lançadas possuem como características principais resistência genética às doenças cancro da haste e mancha olho-de-rã e alta produtividade e estabilidade de produção na região de adaptação. As cvs. BRSMT Pintado e BRSMG Liderança possuem também a característica de resistência às raças 1 e 3 do nematóide de cisto da soja.

8.1 Desenvolvimento de Germoplasma de Soja Adaptados às Várias Regiões Ecológicas e aos Vários Sistemas de Produção (04.0.94.321-05)

Romeu A.S. Kiihl, Leones A. Almeida,
Plínio I.M. Souza, Dario M. Hiromoto,
Neylson E. Arantes, Luís Cláudio Farias,
Manoel A.C. Miranda, Ayrton Morceli,
Claudio Takeda, Luís Cláudio Prado,
Emídio R. Bonato, Paulo Bertagnolli,
Eloi Elias do Prado

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é originária do nordeste da China, entre as latitudes 35° e 45°N. As maiores áreas de cultivo desta leguminosa concentram-se em latitudes maiores que 30°. No Brasil, a soja desenvolveu-se inicialmente nos estados do Sul, e hoje aproximadamente metade da produção é obtida na Região Central. Tal expansão da soja para médias e baixas latitudes foi possível pelo desenvolvimento de cultivares no próprio País. A estratégia na obtenção de tais cultivares consistiu no desenvolvimento de plantas com tipo de crescimento de-

terminado, semelhantes às utilizadas no Sul dos Estados Unidos, com altura e ciclo adequados às nossas condições. O controle da reação ao fotoperiodismo foi fundamental na obtenção de tais plantas.

Os tipos básicos para cada região foram desenvolvidos. O objetivo do presente subprojeto consiste no desenvolvimento de populações e linhagens com ênfase em produtividade e estabilidade (ênfase especial para resistência a doenças e nematóides, assim como ao uso de genes para período juvenil longo) para alimentar outros subprojetos regionais de desenvolvimento e lançamento de cultivares. A Embrapa Soja, localizada a 23° 22" LS, representa um ponto estratégico definido como a área mais ao norte que possibilita bom trabalho para o Sul e a área mais ao sul que viabiliza seleção para o Norte, pelo uso adequado de épocas de semeadura (10 a 20

de setembro para o Norte, Nordeste e Centro, 10 a 20 de outubro para o Centro e Centro-Sul, 10 a 20 de novembro para o Sul do Brasil).

Os cruzamentos são realizados em casa-de-vegetação, sendo as plantas F1 avançadas em semeadura de janeiro e de maio também em casa-de-vegetação, em Londrina, PR. Os segregantes F2 a F4 são conduzidos pelo método das populações (bulk) ou MSSD (descendente de uma semente modificado), sendo utilizadas áreas do Brasil Central para avanço de gerações. O retrocruzamento e retrocruzamento modificado são bastante empregados, sendo em vários casos usadas combinações de métodos. O número de combinações híbridas varia de 300 a 800 por ano, sendo as populações segregantes de 1.500 a 4.000 parcelas de 250 plantas. As linhas F5 são de 12.000 a 28.000 por ano e o número de linhagens selecionadas de 3.000 a 5.000. As linhagens obtidas são enviadas como introduções para avaliação visual em seis a 12 localidades no Brasil.

Foram realizadas, em 1997/98, de acordo com os vários objetivos do subprojeto, 430 combinações híbridas. As populações F1 foram avançadas em casa-de-vegetação, de janeiro a abril e de maio a setembro.

As populações F2 foram conduzidas em Londrina, PR em semeaduras de setembro, outubro e novembro, de

acordo com o ciclo e a região alvo. Uma nova característica, tolerância ao herbicida "Roundup", foi introduzida no subprojeto, sendo obtidas 43 populações segregantes. Todo o material transgênico foi conduzido em casa-de-vegetação até outubro de 1997, sendo parte levada para o campo em novembro de 1997, sempre de acordo com as normas de biossegurança.

A produção de inverno, conduzida em Rondonópolis, MT, Planaltina, DF (CPAC) e Balsas, MA, (para avanço e multiplicação de sementes) foi enviada para os vários programas de melhoramento das organizações componentes do SNPA. Durante os meses de abril a agosto, 1.037 populações foram avaliadas para resistência a oídio, sendo as melhores selecionadas para semeadura em setembro, outubro e novembro.

Visando a incorporação de período juvenil longo, resistência ao cancro das hastes e à mancha olho-de-rã em um grupo de genótipos norte-americanos com diferentes fontes de resistência ao nematóide de cisto da soja (Peking, PI 88788, PI 90763 e PI 437654), foi realizado para cada caso o quinto retrocruzamento.

Linhagens do programa geral foram enviadas para avaliação agrônômica em Balsas, MA (3.708), Vilhena, RO (3.708), Barreiras, BA (3.708), Rondonópolis, MT (4.475), São Gabriel D'Oeste, MS (4.475), Goiânia, GO

(4.475), Brasília, DF (4.475), Uberaba, MG (3.225), Julio de Castilhos, RS (1.716) e Passo Fundo, RS (1.716).

Englobando os cinco últimos anos, foram feitas 2.700 combinações híbridas, compostas 3.200 populações, estabelecidas 114.395 progênies e selecionadas 18.075 linhagens. Em conjunto com o subprojeto 321-06, nos últimos cinco anos, foram selecionadas 12.725 linhagens com adaptação ao Centro-Sul do Brasil.



8.2 Desenvolvimento de Cultivares e Linhagens de Soja para a Região Centro-Sul do Brasil (04.0.94.321-06)

Leones A. Almeida, Romeu A.S. Kiihl,
Luis Carlos Miranda, Antonio E. Pípolo,
Lineu Domit, Milton Kaster

Este programa de melhoramento da soja está voltado ao desenvolvimento de linhagens e de novas cultivares melhor adaptadas à Região Centro/Sul e aos diversos sistemas de cultivo. A criação de novas cultivares tem sido, inegavelmente, uma das principais tecnologias a beneficiar os agricultores com aumento de produtividade e estabilidade de produção frente aos fatores limitantes ambientais e biológicos, sem acrescer custos ao sistema de exploração agrícola. Métodos de melhoramento tradicio-

nais são empregados no melhoramento da espécie. Consiste de testes de progênies, a partir de seleção de plantas nas populações desenvolvidas para atender aos objetivos propostos, e avaliações preliminares e regionais de linhagens. A identificação de genótipos superiores em produtividade, estabilidade de produção e com boas características agrônômicas é realizada com o auxílio de ensaios de avaliação conduzidos em vários locais e repetidos em anos. O subprojeto tem como objetivo principal o desenvolvimento de linhagens de soja promissoras e a investigação varietal, visando o lançamento de novas cultivares mais produtivas, estáveis e resistentes às principais doenças para a Região Centro/Sul do País (estados do PR, SC, SP e sul do MS). As linhagens selecionadas passam a constituir germoplasma de interesse a outras regiões, sendo enviadas como introduções a outros programas de melhoramento da Região Centro-Oeste brasileira.

As atividades de pesquisa programadas para a fase de desenvolvimento e seleção de linhagens foram realizadas em Londrina (PR), onde cerca de 30 mil plantas foram selecionadas nas populações segregantes F4/F6, desenvolvidas no subprojeto 04.0.94.321.05, para testes de progênies e seleção de linhagens, na safra 97/98. Foram selecionadas 4476 linhagens BR98-, das quais 3226

linhagens dos grupos de maturação precoce a semitardio constituíram os ensaios da Avaliação Preliminar I, em 1999. As demais 1250 de ciclo tardio foram introduzidas em vários locais das regiões Centro-Oeste e Norte para avaliação de adaptação. No período 94/98, foi realizado teste de aproximadamente 106 mil progênies e selecionadas 19.034 linhagens.

A fase seguinte da pesquisa varietal é composta de três etapas ou níveis de avaliações: 1- Avaliações Preliminares de 1º. ano (AP.I), 2º. ano (AP.II) e 3º. ano (AP.III); 2- Avaliação Intermediária (AI) e 3- Avaliação Final (AF). As AP.I, AP.II e AP.III foram conduzidas em Londrina e Ponta Grossa, no Paraná. As AI e AF, cada uma composta de três ensaios constituídos por linhagens de grupos de maturação precoce(L), semi-precoce (M) e médio (N), são conduzidas em diversos locais do Paraná e São Paulo.

Na AP.I, foram avaliadas, em ensaios conduzidos em Londrina e Ponta Grossa, 2229 linhagens BR94-, 4002 linhagens BR95-, 4647 linhagens BR96- e 3680 linhagens BR97-, respectivamente nas safras 94/95, 95/96, 96/97 e 97/98. No total de 14.558 linhagens testadas nesse período, foi aplicado um índice médio de seleção de aproximadamente 29% de linhagens que apresentaram potencial superior às cultivares padrões de cada

grupo de maturação e boas características agrônômicas.

Nos 55 ensaios das AP.II e AP.III, conduzidos em 97/98 em Londrina e Ponta Grossa, foram testadas 1.596 linhagens, sendo 488 linhagens de ciclo precoce, 530 semiprecoce, 497 médio e 81 semitardio. O índice de seleção de linhagens nessa avaliação foi de cerca de 20%; as 14 melhores linhagens de cada ciclo ou maturação progrediram para serem testadas mais amplamente na AI e as demais selecionadas estão sendo reavaliadas novamente na AP II. O índice de seleção de linhagens aplicado no período 94/98, onde foram avaliadas um total de 5261 linhagens nos diferentes grupos de maturação, variou de 19% a 38%.

As Avaliações Intermediária (AI) e Final (AF), cada uma constituída de três ensaios de grupos de maturação L, M e N, objetivam identificar genótipos de soja com elevado potencial genético-agronômico para lançamento e indicação de cultivares para o Estado do Paraná. A AI foi conduzida em cinco locais e a AF em nove locais. Ao todo, 42 linhagens foram testadas na AI e 28 linhagens na AF.

Dentre os 42 genótipos da Embrapa Soja que participaram da AI 97/98, foram selecionadas três linhagens precoces (BR95-7613, BR95-

8400 e BR95-29477), duas semiprecoces (BR95-11519 e BR95-9961) e duas do grupo de maturação médio (BR95-272 e BR95-15291), por terem mostrado desempenho agrônomo superior ao melhor padrão comparativo de cada grupo de maturação. Essas foram promovidas para a AF 98/99.

Na AF, com base em dois anos de resultados cumulativos de 15 ambientes, as linhagens precoces BR94-4150, BR95-29054 e BR95-29133, semi-precoces BR94-09682, BR94-11861 e BR95-29039, e médias BR96-7331, BR95-2810, BR94-8875 e BR94-493 mostraram bom desempenho agrônomo e estão sendo reavaliadas na safra 98/99. As linhagens BR92-6568, BR93-4313 e BR92-7303 (semiprecoces) e BR96-7331 (média), com três anos consecutivos em avaliação na rede oficial, conduzida em 28 ambientes, tiveram bom desempenho agrônomo e serão novamente avaliadas e validadas na próxima safra para decisão de lançamento como novas cultivares, em 1999. As linhagens BRM92-5297, BR92-10422 e BR91-8548 foram lançadas como novas cultivares de soja e indicadas para o cultivo no Paraná como BRS 155, BRS 156 e BRS 157, respectivamente.

No período de 94/98, este subprojeto gerou 16 novas cultivares de soja, com alto potencial produtivo,

mais estáveis e resistentes ao cancro da haste, uma das principais doenças da cultura. Essas novas cultivares têm contribuído para rápida substituição das cultivares suscetíveis recomendadas nos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Para o Estado de São Paulo, foram lançadas, em 1995, as novas cultivares Embrapa 46, Embrapa 47 e Embrapa 48. Para o Estado do Paraná, foram lançadas, em 1996, as novas cultivares Embrapa 48 (extensão de recomendação), Embrapa 58, Embrapa 59, Embrapa 60, Embrapa 61 e Embrapa 62. Em 1997, foram lançadas as cultivares Embrapa 132, Embrapa 133, Embrapa 134, Embrapa 135 e Embrapa 136, e em 1998, as cvs. BRS 155, BRS 156 e BRS 157.



8.3 Desenvolvimento de Germoplasma de Soja com Alta Qualidade Fisiológica de Semente (04.0.94.321-09)

Milton Kaster, Romeu A.S. Kiihl,
Francisco C. Krzyzanowski

As condições de altas temperatura e umidade do ar que predominam nas regiões tropicais dificultam a produção de sementes de soja com os padrões desejáveis de vigor e de capacidade germinativa. Considerando, entretanto, a existência de variabi-

lidade genética em relação à qualidade fisiológica da semente (QFS), a Embrapa Soja implementou, a partir de 1984, um programa específico de melhoramento genético quanto a essa característica.

A estratégia utilizada neste trabalho, até 1994, foi a internalização de genes condicionadores de QFS, disponíveis basicamente em germoplasma oriundo de países asiáticos. O germoplasma receptor era constituído por cultivares brasileiras bem adaptadas às várias regiões produtoras. A partir de 1996, passaram a ser utilizadas, como fontes de QFS, linhagens obtidas neste programa e novas cultivares brasileiras identificadas como de boa QFS.

As gerações segregantes têm sido avançadas pelo método de populações. A partir da quarta geração, as populações e linhagens têm sido distribuídas a outros Centros da Embrapa e a instituições estaduais para seleção local. Para atender o Paraná e estados limítrofes, o processo de seleção é iniciado na quinta geração, na Embrapa Soja.

Os cruzamentos realizados em 1991 e 1992 envolveram, além de adaptabilidade (ADAP) e QFS, resistência ao cancro da haste (RCH). Desse cruzamentos obtiveram-se: 1) linhagens BRS96 - seleção inicial de 757 linhagens; em 1996/97, seleção de 110 para a Avaliação Preliminar 2º Ano; dessas, duas semiprecoces foram

selecionadas para a Avaliação Intermediária 1998/99; 2) linhagens BRS97- de 1.047 linhagens testadas em 1996/97 em Londrina e Ponta Grossa, PR, na Avaliação Preliminar 1º Ano, foram selecionadas 117 para a Avaliação Preliminar 2º Ano, no âmbito do Subprojeto 04.0.94.321.06.

Das hibridações realizadas em 1993 e 1994, para introduzir resistência ao nematóide de cisto (RNC) no germoplasma desenvolvido anteriormente, obtiveram-se os seguintes resultados em 1998: 1) de 27 populações, cujos genes de RNC são da cv. Hartwig, foram testadas 1.162 progênes, selecionando-se 232 linhagens BRS98; 2) de 68 populações F5, onde agregaram-se, aos cruzamentos com 'Hartwig', genes de RNC e RCH das cv. Centennial e Sharkey, selecionaram-se plantas individuais, a partir das quais se estabeleceram 2.941 progênes com boa qualidade visual de sementes.

Dos cruzamentos e retrocruzamentos modificados realizados, respectivamente, em 1996 e 1997, envolvendo cultivares de elite dos Cerrados e linhagens brasileiras com boa QFS e ADAP a baixas latitudes, foram avançadas 28 populações 96-S (F3/F4)), das quais eliminaram-se cinco, e 38 populações 97-S (F2/F3).

Foram realizados, em 1998, 65 cruzamentos, sete dos quais para a Região Sul (latitude > 20°), 43 para

a Central (entre 20° e 10°) e 15 para a Norte (< 10°). Desses, foram obtidas, através de geração de inverno, sementes de 64 populações F2.

As metas deste subprojeto referem-se à oferta de populações e linhagens a outras Unidades da Embrapa e instituições estaduais conveniadas. Até 1997, a disponibilização acumulada desde o início do subprojeto (1994), envolvendo cinco Centros da Embrapa e quatro instituições estaduais, é a seguinte: germoplasma QFS: 137 populações 89-S/90-S e 1.083 linhagens BRS94; germoplasma QFS/RCH: 175 populações 91-S/92-S e 1.042 linhagens BRS97; e germoplasma QFS/RCH/RNC: 67 populações 94-S.



8.4 Desenvolvimento de Germoplasma de Soja Resistente a Insetos (04.0.94.321-10)

Carlos A.A. Arias, José F.F. de Toledo,
Décio L. Gazzoni, Clara Beatriz H. Campo

O aumento da produtividade e da qualidade de grãos, utilizando tecnologias limpas e mantenedoras dos recursos naturais, é um objetivo estratégico para a Embrapa Soja. Populações de percevejos fitófagos, mesmo sob baixas densidades, podem afetar drasticamente a qualidade e a

produtividade das lavouras de soja. A característica resistência a insetos é poligênica e deve estar aliada à produtividade, outra característica poligênica e de baixa herdabilidade, dificultando a obtenção dos genótipos com as combinações de genes desejados. Outro problema importante a ser considerado é a natureza não uniforme do ataque dos percevejos que pode mascarar os testes de resistência realizados no campo experimental.

O principal objetivo é desenvolver linhagens e cultivares de soja com boas características de resistência a insetos, alta produtividade e adaptadas às várias regiões de cultivo.

A existência de cultivares com essas características será de fundamental importância para o sucesso do programa de manejo integrado de pragas da soja (MIP-Soja). A seguir, estão resumidos os detalhes da metodologia e os resultados principais obtidos tanto no desenvolvimento do germoplasma como na avaliação da adaptabilidade das linhagens selecionadas a partir desse germoplasma:

a) Desenvolvimento de germoplasma fonte de resistência a insetos

Os materiais utilizados como parentais na experimentação foram diversas cultivares adaptadas às várias regiões produtoras de soja do Brasil e as fontes de resistência PI227687, PI229358, PI274454 e PI171451. As

PI são também boa fonte de resistência ao cancro da haste. Normalmente, um retrocruzamento ou retrocruzamento modificado foi utilizado antes de iniciar a extração de linhagens, visando aumentar a frequência dos genes desejáveis dos materiais adaptados nos cruzamentos. As populações segregantes, F2, F3, F4, F5 ("bulks") e as progênies extraídas são submetidas à pressão de percevejos (até oito percevejos por metro linear). As progênies que chegam à maturação normal são colhidas e suas sementes são examinadas visualmente e selecionadas para qualidade. As progênies selecionadas são enviadas para teste de produtividade e adaptação.

As linhagens, que no ano 1993/94 foram analisadas pelo segundo ano no ensaio preliminar de produtividade e a linhagem analisada no ensaio inter-mediário, não foram mantidas para o ano seguinte. No entanto, algumas dessas linhagens, por apresentarem bom rendimento e boa resistência ao percevejo, aos níveis de campo e laboratório, e ao cancro da haste, foram submetidas a novo ciclo de cruzamentos com cultivares e linhagens de alto rendimento. As gerações F2 desses cruzamentos foram conduzidas em Londrina para novos testes de seleção e extração de linhagens, sob pressão de percevejos. As linhagens e cultivares submetidas a cruzamentos incluídas ou por apresentarem resis-

tência a insetos ou pelo alto rendimento foram: BRT91-15376, BRT91-10378, CACBR 87-15, IAC-15, BRT91-14888, BRT91-9455, BR-16, HARTWIG, BRT91-10657, BRT91-13759, EMBRAPA 4, EMGOPA-308, BRT91-10579, BRT91-15552, FT-JATOBA, EMGOPA-313. Os bulks com as gerações F3 derivadas desses cruzamentos foram colhidos e um total de 223 bulks foram selecionados e armazenados para a semeadura de 1996/97. Esses materiais foram testados quanto à reação ao cancro da haste, em casa-de-vegetação. Cerca de 82 bulks, com alta frequência de plantas resistentes, foram semeados em 21/10/97 para seleção de plantas individuais. Foram selecionadas, em abril de 1998, cerca de 300 plantas de cada bulk. Dessa seleção, resultaram 20.400 progênies, as quais foram semeadas entre 4 e 6 de novembro de 1998, em Londrina, para serem avaliadas quanto a caracteres de importância agrônômica e seleção das linhagens mais uniformes para estatura de planta, ciclo e com boa qualidade de sementes. Bulks com maior média para altura de planta foram enviados para a Fundação Mato Grosso, para seleção de materiais mais adaptados às baixas latitudes. Esse germoplasma foi multiplicado no inverno de 1998, para ser avaliado na Fazenda SM2, em Rondonópolis, e na Fazenda Bahia, em Pedra Preta, na

safr 1998/99. As sementes multiplicadas foram redistribuídas para os parceiros dos estados do MS, BA, GO, DF, MG, RO e MA. Foram armazenados mais 55 bulks considerados medianamente resistentes ao cancro da haste (provavelmente resistentes em condições de campo), dos quais também serão selecionadas plantas individuais, em 1999/2000.

À partir de outubro de 1998, começaram as semeaduras, em casa-de-vegetação, das baterias para a realização de novos cruzamentos. Foram incluídas 10 linhagens superiores selecionadas com base nas avaliações da resistência a doenças e a percevejos e da produtividade de grãos (BRQ94-07287, BRQ94-07951, BRQ94-02914, BRQ94-01311, BRQ95-799, BRQ95-2412, BRQ95-2562, BRQ95-2193, BRQ95-1159 e BRQ95-1873), mais as cultivares Embrapa 59, MG/BR46 (Conquista) e MG/BRS-68 (Vencedora), adaptadas às diferentes regiões agroecológicas. Serão efetuadas todas as combinações de cruzamentos do tipo linhagem x cultivar e algumas combinações do tipo linhagem x linhagem. Esse último tipo de cruzamento só será possível em razão do grau relativamente elevado de adaptação que se atingiu nesses materiais.

b) Avaliação das linhagens quanto a adaptabilidade

Diversas linhagens, 672 de ciclo médio e 104 de ciclo semi-precoce, selecionadas pela resistência a insetos no ano agrícola 1993/94, foram analisadas pelo primeiro ano em ensaio preliminar de produtividade, em duas épocas de semeadura. Cinquenta linhagens apresentaram produtividade acima dos padrões e foram promovidas ao preliminar de 2º ano. Dessas, sete foram para os ensaios preliminares e uma para o ensaio intermediário de 1996/97. Duas delas (BRQ94-1311 e 2914) foram mantidas nos ensaios preliminares da safra 1997/98 e não avançaram para o próximo ano de ensaio.

No ano agrícola de 1994/95, experimentos de campo envolvendo cinco cultivares padrão (FT-GUAIRA, BR-16, FT-ABYARA, IAS-5 e FT-2), 110 gerações descendentes F3, dez gerações F6 e 2607 progênies de plantas selecionadas de populações foram conduzidos em Londrina, Paraná. Cerca de 150 dessas progênies foram selecionadas e posteriormente avaliadas nos ensaios preliminares de 1995/96. Com base nesses ensaios, 43 linhas consideradas superiores em relação aos padrões foram avaliadas nos ensaios preliminares de segundo ano (1996/97). Dessas, uma linhagem (BRQ95-799) foi promovida para o ensaio intermediário e quatro linhagens (BRQ95-1159, 1136, 2562 e 2313) foram reavaliadas nos ensaios

preliminares (terceiro ano) de 1997/98. Esses materiais não foram selecionados para continuar participando das avaliações do ano seguinte.

Outro grupo de 59 linhagens foi avaliado nos ensaios preliminares de primeiro ano (1996/97) e nove (BRQ96-482, 1461, 1635, 1727, 3065, 2543, 1073, 1251 e 1257) participaram da avaliação preliminar de segundo ano (1997/98) e duas delas (BRQ96-3065 e 1257) foram mantidas nos ensaios preliminares de 1998/99. Esses materiais continuarão a ser testados para produtividade dentro do programa de melhoramento de soja da Embrapa Soja e para resistência a insetos.

O germoplasma desenvolvido no âmbito deste trabalho tem demonstrado avanços significativos na produtividade de grãos, aumentando as chances de aparecimento de linhagens superiores no próximo ciclo de cruzamentos que já se iniciaram.



8.5 Cultura de Tecidos de Plantas de Soja (04.0.94.321-14)

Éberson Sanches Calvo, Norman Neumaier,
Nelson Delattre

A biotecnologia constitui-se, hoje, numa ferramenta de incontestável utilidade para a agricultura. Várias técnicas de biologia celular e molecu-

lar já vem auxiliando na redução do tempo necessário para o desenvolvimento de novas cultivares. Plantas transgênicas são criadas pela introgressão de genes úteis oriundos dos mais diversos organismos. A regeneração de plantas de soja, através da cultura de tecidos, é uma etapa importante no processo de geração de plantas geneticamente transformadas e tem sido estudada em todo o mundo. Com o sucesso desta técnica, muitos dos problemas difíceis podem ter soluções práticas e eficientes. A embriogênese somática, a partir de cotilédones imaturos, é um dos principais métodos de regeneração de plantas de soja pela cultura de tecidos. Este subprojeto objetiva estabelecer protocolos de regeneração de plantas de cultivares nacionais de soja, através da cultura de tecidos, visando a utilização de técnicas de engenharia genética para obtenção de plantas transgênicas com características de interesse ao melhoramento de plantas. Em 1998, foram executados testes de rotina visando o aperfeiçoamento das metodologias que viabilizarão a regeneração de cultivares nacionais de soja geneticamente transformadas.

Com base nos resultados obtidos neste subprojeto, durante o ano de 1997 (identificação de genótipos com alto potencial regenerativo e da dose ótima do agente seletivo), foram executados, em outro subprojeto,

durante o ano de 1998, os experimentos de transformação genética onde foram introduzidos genes para a resistência a herbicidas em soja. Em 1998, no presente subprojeto, os explantes transformados por *Agrobacterium tumefaciens* ou por bio-balística foram regenerados, utilizando-se, para a indução de calos, o meio MS/BS contendo 3% sacarose e 40mg/l de 2,4-D e, para regeneração, o meio MS/BS contendo 3% sacarose e 2,5 mM do agente seletivo. Estes meios foram estabelecidos como de rotina para a regeneração de plantas a partir de explantes transformados. As condições durante dia/noite de luz/escuro e de temperatura são de 18h/6h e 25°C/25°C, respectivamente. Cerca de cinquenta plantas transgênicas de soja foram regeneradas. Estas plantas estão sendo analisadas genética e molecularmente em outro subprojeto.



8.6 Desenvolvimento de Cultivares de Soja para o Estado de Goiás (04.0.94.321-21)

Luis Cláudio de Faria, Leones A. Almeida,
Romeu A.S. Kiihl, José N. Júnior,
Pedro M.F.O. Monteiro

A cultura de soja no Estado de Goiás teve a sua produção diminuída

em 1995/96 devido a incidência da doença cancro da haste. Em 1997/98, houve retomada do crescimento, com uma área cultivada de 1.375.615 ha com produção de 3.393.240 toneladas e rendimento de 2.467 kg/ha. Esses dados mostram que o problema causado pelo cancro da haste foi contornado com práticas culturais e recomendação de novas cultivares resistentes a esta doença. Por outro lado, a doença que causa a podridão vermelha da raiz aumentou os danos. O oídio foi a grande ameaça em 1996/97, passando a atingir a cultura da soja no período de safra, quando antes estava sempre presente no cultivo de entressafra. Para o Estado de Goiás, a doença que apresenta maior dificuldade de se criar cultivares resistentes é o nematóide do cisto, uma vez que as raças predominantes são 4 e 14. Torna-se importante o incremento da rotação de culturas, para a convivência com o nematóide do cisto.

O objetivo deste subprojeto é desenvolver cultivares de soja adaptadas às condições edafoclimáticas e aos sistemas produtivos de Goiás. Como objetivos específicos, maiores esforços têm sido feitos na obtenção de cultivares resistentes/tolerantes ao cancro da haste, à podridão vermelha da raiz, ao oídio e às doenças de final de ciclo. Trabalha-se ainda na

tentativa de obter cultivares com boa qualidade fisiológica da semente.

Dos 168 bulks cultivados em Senador Canedo, na safra 97/98, foram selecionadas 14.965 plantas que deram origem às progêneses semeadas em novembro de 1998. Também, em novembro de 1998, foram semeados 738 bulks, sendo 601 em Senador Canedo e 137 em Anápolis. De um total de 17.402 progêneses, cultivadas na safra 97/98, foram selecionadas, em maio/98, 2.700 linhagens que compuseram os ensaios preliminares de 1o. ano (P-1), na safra 98/99, totalizando 150 experimentos. Dos ensaios preliminares de 2o. ano (P-2), conduzidos na safra 97/98, foram selecionadas 72 linhagens que compuseram os P-3 da safra 98/99. Em novembro de 98, foram semeados 39 ensaios P-2, onde estão sendo testadas 702 linhagens. Esses experimentos foram instalados em três locais em Goiás: Senador Canedo, Anápolis e Rio Verde.



8.7 Avaliação de Cultivares e Linhagens de Soja para o Estado de Goiás (04.0.94.321-22)

Luis Cláudio de Faria, Leones A. Almeida, Romeu A. S. Kiihl, José N. Júnior e Pedro M. F. O. Monteiro

Nas regiões tropicais e subtropicais, onde o cultivo da soja tem se intensificado e, na maioria das vezes, em sistemas de monocultura e preparo do solo com grade pesada, têm-se agravado os problemas fitossanitários. Novas doenças e outras, há muito na área, têm provocado sérios prejuízos aos sojicultores. Desse modo, há necessidade da busca constante de novas cultivares. Grandes esforços estão sendo feitos para contornar os problemas com o cancro da haste e com o nematóide do cisto. Novos problemas se agravaram na safra (1997/98) como as doenças oídio e podridão vermelha da raiz.

Este subprojeto visa aumentar a produtividade média da soja em Goiás através de novas cultivares; selecionar e caracterizar genótipos de soja com potencial produtivo e qualidade de sementes superiores aos das cultivares em uso; indicações de cultivares de soja para o Estado de Goiás com melhores características agrônômicas e resistentes ou tolerantes às principais doenças que acometem a cultura da soja e recomendar cultivares livres do risco de fitotoxicidade aos herbicidas residuais.

A implantação dos ensaios deste subprojeto era realizada em parceria com a FT-Sementes, a DM-Agropecuária e a EMBRAPA Cerrados. Após a promulgação da lei de prote-

ção de cultivares, optou-se pela parceria apenas com a EMBRAPA Cerrados e a Fundação-MG que são parceiras da EMBRAPA Soja.

A metodologia utilizada é experimento em blocos ao acaso, completos, com três ou quatro repetições, contemplando 20 a 30 tratamentos, em diversos locais.

As linhagens selecionadas na competição preliminar de 3o. ano (P3) passam às competições finais (CFP, CFM, CFT), de acordo com o seu ciclo. Na competição final, a linhagem para ser aprovada para lançamento, deverá ser superior ao melhor padrão, na média de dois anos. Não sendo promissora, uma linhagem pode ser excluída no P3 ou na competição final, após um ou dois anos de teste. Para a safra agrícola - 1998/99, foram indicadas mais cinco novas cultivares: BRSMT Crixás, BRSGO Goiatuba, BRSGO Catalão, BRSGO Bela Vista e BRSGO Jataí. Todas são resistentes ao cancro da haste.



8.8 Desenvolvimento de Cultivares de Soja para o Norte do Cerrado Brasileiro (04.0.94.321-28)

Manuel Albino Coelho Miranda,
Leones A. Almeida, Romeu A.S. Kiihl

O programa de melhoramento da Embrapa Soja para as regiões de baixas latitudes, conduzido na Região Sul do Estado do Maranhão, tem como principal objetivo o desenvolvimento de linhagens e de novas cultivares de soja adaptadas às regiões Norte e Nordeste brasileiras. Isso porque as cultivares de soja desenvolvidas e recomendadas em outras regiões de maior latitude apresentam limitações agrônômicas para as condições de clima e solo da região norte dos Cerrados brasileiros. Portanto, o lançamento de novas cultivares é uma das principais tecnologias a beneficiar os produtores de soja da região através do aumento do potencial produtivo e da maior estabilidade, condicionada por fatores genéticos, conferindo boas características agrônômicas e de resistência às principais doenças. Do ponto de vista econômico, a recomendação de nova cultivar representa maior retorno financeiro ao produtor, pelo fato de não crescer custos ao sistema de produção agrícola e de garantir maior produtividade e estabilidade da produção. O programa tem abrangência mais ampla, pois visa também gerar cultivares e linhagens para testes de adaptação em outros estados das regiões Norte e Nordeste.

Métodos tradicionais são empregados no melhoramento da espécie. Como base do programa, o

germoplasma inicial provém das populações e linhagens em gerações mais avançadas desenvolvidas no subprojeto 04.0.94.321.05 conduzido na Embrapa Soja, em Londrina, PR. A partir de populações e linhagens introduzidas, são feitas seleções de plantas para a realização dos testes de progênies e seleção de linhagens com características agronômicas de adaptação às condições ambientais da região. A fase seguinte compreende as avaliações preliminar e regional, cujo objetivo principal é identificar linhagens de alto potencial produtivo e estabilidade de produção e com boas características agronômicas. A avaliação preliminar (AP) é conduzida por dois anos em vários locais e a avaliação regional (AR) Norte-Nordeste, onde as linhagens permanecem em teste por no mínimo dois anos, é delineada em blocos ao acaso e conduzida em cinco locais no Maranhão. Na recomendação de uma nova cultivar, são considerados os atributos agronômicos obtidos nos três últimos anos de testes.

A fase de desenvolvimento das populações segregantes (PS) inicia-se com a introdução de germoplasma segregante oriundo do subprojeto 04.0.94.321.05, geralmente na geração F3. O método mais utilizado para o avanço de gerações é o método das populações (bulk), onde são selecionadas plantas a partir da geração F5.

No período 1994/98, foram conduzidas 127 PS em 94/95, 138 em 95/96, 129 em 96/97 e 235 em 97/98. Nessas PS, foram selecionadas plantas que constituíram testes de aproximadamente 35 mil progênies nesse período, sendo 8.738 progênies avaliadas em 1998. Cerca de 4 mil linhagens foram também selecionadas nesses testes, incluindo 1.596 linhagens selecionadas em 1998.

As linhagens selecionadas foram conduzidas em ensaios da avaliação preliminar de primeiro ano (AP I), visando identificar genótipos com alto potencial produtivo, estáveis, com boas características agronômicas e resistentes às principais doenças que ocorrem na região. Nessa fase, cerca de 30% das linhagens são selecionadas anualmente e progridem para a avaliação preliminar de segundo ano (AP II), que é conduzida em maior número de ambientes. Anualmente, são avaliadas cerca de 1.500 linhagens em AP I e 300 a 400 linhagens em AP II. Aproveitaram-se para reavaliação todas as linhagens com capacidade agrônômica superior às cultivares padrões de cada grupo de maturação e principalmente com resistência às doenças cancro da haste e mancha olho-de-rã. Na safra 97/98, foram avaliadas 1.462 linhagens de diferentes grupos de maturação na AP I e aproximadamente 350 linhagens na AP II. Vinte e duas linhagens de ciclo

precoce e igual número de linhagens de ciclos médio e tardio, totalizando 66 genótipos, foram selecionadas para constituir a AR 1998/99.

A avaliação regional Norte/Nordeste (AR) compreende uma rede de ensaios onde são testadas as melhores linhagens selecionadas na AP II, as linhagens que se destacaram na AR da safra anterior e as cultivares de soja introduzidas de outras regiões, com o objetivo de identificar genótipos superiores para lançamento de novas cultivares comerciais. Além do Estado do Maranhão, fazem parte desta etapa de avaliação os estados do PI, TO, PA, RR, AC e PE. A coordenação dessa rede de ensaios é feita pelo Campo Experimental de Balsas, entretanto a execução da avaliação nos outros estados é de responsabilidade das instituições parceiras sediadas nessas regiões. Essa avaliação é constituída de três ensaios com as linhagens e cultivares distribuídas em três grupos de maturação - precoce (O), médio (P) e tardio (Q). Normalmente, esses ensaios são constituídos de 20 a 25 tratamentos. Pela análise conjunta dos resultados obtidos na safra 97/98, três linhagens se destacaram na AR Precoces: BR95-1170, BR95-28795 e BR95-3412. Os genótipos que se destacaram no segundo ano de avaliação, e com mérito de serem lançados, foram BR95-27724-7, BR95-27724-8 e

MABR94-1705. Na análise conjunta dos resultados da AR Médio, destacaram-se as linhagens BR95-27724-1, BR95-4450, BR95-27875, BR93-10192, BR93-2221 e BR95-2098-26. Na AR Tardia, os genótipos avaliados são de genealogia muito semelhante àqueles em teste na AP II de mesmo ciclo, só que os retrocruzamentos para 'Bays' estão em ciclo mais atrasado. As linhagens BR95-27198-10 e BR95-27256-9, do cruzamento visando incorporar resistência a mancha "olho de rã" na Doko Millionária, tiveram nos ensaios deste ano um bom desempenho e, caso se confirme a resistência à *Cercopora sojina*, uma delas poderá ser lançada como nova cultivar, visto que a Doko Millionária existente no mercado tem apresentado alta incidência dessa doença.

A avaliação de cultivares recomendadas, constituída de um único ensaio, foi conduzida com o objetivo de avaliar regionalmente o comportamento das cultivares desenvolvidas nos estados abrangendo a Região Centro-Oeste do Brasil, com possibilidades de adaptação às condições dos Cerrados de menores latitudes das regiões Norte e Nordeste. Na safra 1997/98, este ensaio foi conduzido em sete locais, nos estados do Maranhão, Piauí e Tocantins. O genótipo que apresentou melhor desempenho foi a cv. BR/EMG-314 (Garça

Branca), com média de 2976 kg/ha, seguido da cv. padrão MA/BRS 65 (Sambaíba), com 2934 hg/ha. A cv. Pati mostrou superioridade em relação às cultivares provenientes de Mato Grosso, com as quais apresenta alto grau de parentesco. As cultivares MA/BRS-64 (Parnaíba) e MA/BRS-165 (Seridó RCH) não apresentaram bom comportamento neste ensaio, provavelmente, devido a época inadequada de semeadura.

Em 1998, foram produzidas sementes genéticas das cvs. BRSMA Sambaíba, MA/BRS-64 (Parnaíba), Embrapa 63 (Mirador), MA/BRS-164 (Pati), MA/BRS-165 (Seridó RCH), Cariri RCH e de Teresina RCH.

No período 1994/98, foram lançadas cinco novas cultivares de soja, indicadas para adaptação e cultivo na maioria dos estados das regiões Norte e Nordeste. Essas cultivares são: Embrapa 63 (Mirador), MA/BRS-64 (Parnaíba), MA/BRS-165 (Seridó RCH), MA/BRS-164 (Pati) e BRSMA Sambaíba. Os genótipos Cariri RCH, Itaqui RCH e Teresina RCH são essencialmente derivados das cultivares origem para incorporação de resistência ao cancro da haste, prevendo-se seus lançamentos para 1999, após validação nos ensaios da rede regional 98/99.



8.9 Produção de Semente Genética de Cultivares e Linhagens de Soja para a Região Centro-Sul do Brasil (04.0.94.321-36)

Luiz Carlos Miranda, Leones Alves de Almeida, Romeu Afonso Souza Kiihl

Os programas de melhoramento de soja da Embrapa Soja buscam o desenvolvimento de germoplasma e a criação de cultivares melhor adaptadas às diferentes regiões ecológicas e aos diversos sistemas de cultivo da soja no Brasil.

O avanço tecnológico, representado pelo ganho genético das novas cultivares, tem sido fator preponderante de benefícios aos agricultores, principalmente em ganhos de produtividade, devido à inserção de resistência às doenças, ao acamamento e ao ajuste do ciclo para as diversas regiões, entre outros fatores.

Para a manutenção de todos esses atributos desejáveis na nova cultivar, o programa de melhoramento tem que se respaldar em metodologia de produção de semente genética, capaz de preservar as qualidades física e fisiológica das sementes, base de todo o sistema agrícola. A produção dessa classe de semente, em quantidade suficiente para suprir as demandas, de forma a preservar as suas purezas física e genética e mantendo a sua identidade, garante a continuidade de multiplicação da cultivar,

através das classes subseqüentes até chegar ao agricultor.

Os resultados alcançados pelo subprojeto referem-se aos dados de produção de sementes genéticas, de linhagens e de cultivares de responsabilidade da Embrapa Soja, criadas e/ou recomendadas para a Região Centro-Sul do Brasil.

A metodologia de produção de semente genética possui uma seqüência de multiplicações que é chamada produção de semente genética em duas gerações, conforme descrito a seguir:

- ♦ **1ª fase:** semeadura em blocos de coleta de plantas - onde são semeados blocos com oito linhas de 12m/linha, de cada uma das linhagens e/ou cultivares, com a finalidade de coletar aproximadamente 350 plantas;
- ♦ **2ª fase:** linhas por plantas - onde são semeadas aproximadamente 300 linhas de 3 m/linha de cada uma das linhagens e/ou cultivares, cada linha sendo originada de uma planta individual coletada no bloco de seleção de plantas;
- ♦ **3ª fase:** blocos por linha - onde é feita a semeadura de aproximadamente 200 blocos de quatro linhas de 25 m/bloco, com as sementes originadas das linhas individuais.

A semente genética é originada da reunião de blocos. Deve ser pura e

conter todas as características inerentes à cultivar ou à linhagem, descritas pelo melhorista criador ou introdutor. Essas sementes, após a análise de Laboratório para verificação da qualidade física, fisiológica e sanitária, se aprovadas, são transferidas para o Serviço de Produção de Sementes Básicas, Embrapa Sementes Básicas.

Na safra 1996/97, referente à primeira fase, foram cultivados 29 blocos para coleta de plantas, no campo experimental da Embrapa Soja, em Londrina, PR, conforme Tabela 8.1.

Na segunda fase, foram cultivadas linhas de progênies de 24 linhagens e três cultivares, totalizando 4.894 linhas e 3.212 linhas selecionadas, no campo experimental da Embrapa Soja em Londrina, PR, conforme Tabela 8.2.

Na terceira fase, foram cultivados 2.155 blocos, na Fazenda Experimental do Serviço de Produção de Sementes Básicas - Embrapa Sementes Básicas, em Ponta Grossa, PR, oriundos de linhas, procedentes de 16 linhagens e duas cultivares. Desses, foram selecionados 1.575 blocos, que produziram 9.229 kg de semente genética, conforme Tabela 8.3.

Na safra 1996/97, duas novas cultivares foram recomendadas para o Estado do Paraná e três para os estados do Paraná e São Paulo. Com

TABELA 8.1. Linhagens cultivadas para coleta de plantas em Londrina, PR. 1996/97.

Linhagem	Ciclo*	Ensaio	Nº de Plantas	Linhagem	Ciclo*	Ensaio	Nº de Plantas
BR 16	M	Recomendada	350	BR 94 8547	M	Intermediário	350
BR 94 4150	L	Intermediário	350	BRQ 94 7287	M	Intermediário	350
BR 94 6932	L	Intermediário	350	BR 96 22006	M	Intermediário	350
BR 94 6982	L	Intermediário	350	BR 96 25622	M	Intermediário	350
BR 94 7092	L	Intermediário	300	BR 96 26697	M	Intermediário	350
BR 94 7262	L	Intermediário	350	BR 94 0493	N	Intermediário	350
BR 94 7317	L	Intermediário	350	BR 94 5727	N	Intermediário	350
BR 94 9682	L	Intermediário	350	BR 94 6118	N	Intermediário	350
BR 94 11861	L	Intermediário	350	BR 94 7623	N	Intermediário	350
BR 93 13940	L	Intermediário	350	BR 94 8875	N	Intermediário	350
BR 93 14046	L	Intermediário	350	BRS 94 2949	N	Intermediário	350
BR 93 14080	L	Intermediário	350	BRM 94 52451	N	Intermediário	350
BR 94 5848	M	Intermediário	350	BR 96 7331	N	Intermediário	350
BR 94 6214	M	Intermediário	350	(BR 23 Rch)			
BR 94 8150	M	Intermediário	350	BR 37	N	Recomendada	350

Total plantas colhidas: 9.750.

L: precoce; M: semiprecoce e N: médio.

a aprovação da Lei de Proteção de Cultivares, houve necessidade de mudança das normas adotadas pela Embrapa para a nomenclatura de cultivares, conforme relacionado na Tabela 8.4.

Destacaram-se as linhagens BR 92-10422, BR 92 7303, BR 92 6568 e BR 91 8548, todas indicadas para recomendação no Estado do Paraná.

A execução deste subprojeto permitiu disponibilizar semente genética das cultivares de responsabilidade da Embrapa Soja, no mesmo ano de sua recomendação.

8.10 Genética Quantitativa das Características de Interesse do Melhoramento - Previsão e Exploração do Potencial Genético da Soja (04.0.94.321-37)

Carlos A.A. Arias, José F.F. de Toledo,
Marcelo F. de Oliveira, Rodrigo L. Brogin¹

O conhecimento restrito sobre o controle genético da produtividade e sua interação com o ambiente (g x e) é considerado um dos principais fatores limitantes para o desenvolvimento de técnicas que tornem os métodos de melhoramento mais eficientes. A soja é altamente influenciada pelo fotoperíodo e genótipos de hábito de



¹ Aluno do Curso de Mestrado da Universidade Estadual de Londrina.

TABELA 8.2. Produção de semente genética oriunda de plantas, semeadas em Londrina, PR. 1996/97.

Linhagem	Ciclo	Ensaio	Nº de linhas	
			Plantadas	Colhidas
BR 91 9272	L	Cabide	206	105
BR 92 6528	L	2º ano final	188	143
BR 92 5261	L	2º ano final	72	—
BRM 92 5297	L	2º ano final	187	18
BR 93 11470	L	1º ano final	160	130
BR 93 12696	L	1º ano final	219	138
BR 93 13749	L	1º ano final	200	154
BR 93 13968	L	1º ano final	192	149
BR 93 14433	L	1º ano final	195	164
BR 91 12418	M	Cabide	200	165
BR 92 7303	M	2º ano final	200	133
BR 92 10422	M	2º ano final	200	129
BR 93 4313	M	1º ano final	150	107
BR 93 14135	M	1º ano final	120	78
BR 91 6445	N	Cabide	200	151
BR 91 8794	N	Cabide	150	122
BR 96 7331(BR 23 RCH)	N	Intermediário	37	11
BR 92 6568	N	2º ano final	232	186
BR 92 7710	N	2º ano final	150	46
BR 91 8548	N	2º ano final	164	95
BR 91 11649	N	Cabide	217	165
BR 92 11626	N	2º ano final	185	150
CAC/BR 87 - 23	N	Intermediário	228	—
BR 93 8072	N	1º ano final	224	189
Embrapa 62	M	Recomendada	218	183
BR 36	L	Recomendada	200	149
Embrapa 58	L	Recomendada	200	152
Total de linhas			4.894	3.212
Total de sementes		2.940 kg		

crescimento determinado praticamente cessam seu desenvolvimento quando do início da floração. O resultado é uma estreita correlação entre o número de dias para a floração e o desenvolvimento e a adaptação das cultivares. Floração, produtividade e estabilidade são características poligê-

nicas e exigem técnicas de genética quantitativa para estudá-las. Com o objetivo de estudar os efeitos genéticos, ambientais e de interação $g \times e$, que atuam sobre essas características, foram realizados experimentos incluindo as cultivares FT-2, BR-13, Ocepar 8 e a linhagem BR85-29009 como

TABELA 8.3. Produção de semente genética oriunda de blocos semeados em Ponta Grossa, PR.1996/97.

Linhagem	Ciclo	Ensaio	Nº de blocos	Peso (kg)
BR 91 9272	L	Cabide	83	350
BR 92 6528	L	2º ano final	92	500
BR 92 5261	L	2º ano final	69	400
BRM 92 5297	L	2º ano final	164	1.100
BR 91 12418	M	Cabide	80	400
BR 92 7303	M	2º ano final	121	550
BR 92 10422	M	2º ano final	104	650
BR 91 6445	N	Cabide	69	400
BR 91 8794	N	Cabide	129	950
BR 96 7331(BR 23 RCH)	N	Intermediário	37	79
BR 92 6568	N	2º ano final	108	700
BR 92 7710	N	2º ano final	90	350
BR 91 8548	N	2º ano final	107	650
BR 91 11649	N	Cabide	52	400
BR 92 11626	N	2º ano final	138	850
MG BR 48 (Garimpo RCH)	N	Central/Inter - PR	28	150
BR 92 10799	M	Santa Catarina	56	350
Embrapa 62	M	Recomendada	48	400
Total	Blocos	= 1.575	Peso	= 9.229 kg

TABELA 8.4. Relação das novas cultivares de soja, recomendadas na safra 1996/97, para os estados do Paraná e São Paulo, com respectivos nomes para o pedido de proteção.

Linhagem	Estado onde foi recomendada	Denominação	
		ao ser recomendada	para proteção
BR 91 9272	Paraná e São Paulo	Embrapa 132	BRS 132
BR 91 12418	Paraná e São Paulo	Embrapa 133	BRS 133
BR 91 6445	Paraná e São Paulo	Embrapa 134	BRS 134
BR 91 8794	Paraná	Embrapa 135	BRS 135
BR 91 11649	Paraná	Embrapa 136	BRS 136

parentais, além das gerações F_2 , F_3 e F_4 (F_6 até F_{10}) derivadas do cruzamento dialélico entre os parentais. Com base na adaptabilidade e na estabilidade de produção, ao longo das diferentes épocas de semeadura de

1993/94 e 1994/95, foram selecionadas de quatro a sete linhagens de cada cruzamento. Quatro dessas linhagens, derivadas do cruzamento BR85-29009 x Ocepar 8, vêm sendo inter cruzadas e estudadas de forma

similar aos parentais originais. Nos anos agrícolas de 1995/96, 1996/97 e 1997/98, essas linhas selecionadas foram avaliadas, junto aos parentais originais, quanto aos caracteres de interesse para determinação do ganho genético alcançado com a seleção. Esse material foi produzido em casa-de-vegetação nos invernos imediatamente anteriores à semeadura dos experimentos para garantir uniformidade no vigor das sementes.

Foram instalados quatro experimentos em cada ano, nas seguintes datas: 14/09, 19/10, 17/11 e 15/12/1995, com 3850 covas; 16/09, 21/10, 18/11 e 16/12/1996, com 2640 covas; e 16/09, 21/10, 19/11 e 16/12/1997, com 3840 covas, por data de semeadura. Também foi incluída a linhagem CACBR87-15 para servir como padrão de produtividade. As diferentes épocas de semeadura foram escolhidas para obter diferentes comprimentos de dia necessários para a avaliação da resposta fotoperiódica dos genótipos. As condições dos experimentos foram adequadas para obter um desenvolvimento normal das plantas, utilizando irrigação suplementar sempre que necessário. O delineamento experimental adotado foi o completamente casualizado com aleatorização individual de plantas. O espaçamento entre covas na linha e entre linhas foi de 20 cm e 1,5 m, respectivamente. Entre cada linha útil, foram semeadas

duas linhas de bordadura com as sementes remanescentes dos experimentos, resultando no espaçamento final de 0,50 m entre linhas. Esse procedimento foi usado para facilitar a locomoção dentro dos experimentos, necessária para a coleta de dados e para aumentar a densidade e a competição entre plantas. Foram avaliados o número de dias transcorridos desde a emergência até o aparecimento da primeira flor, o número de dias até a maturação e a altura de planta na maturação. Após a colheita, as plantas individuais foram armazenadas e trilhadas, sendo anotada a produtividade em gramas/planta.

Na safra 1996/97, houve diminuição generalizada do ciclo, da estatura de planta e da produtividade dos genótipos testados, em relação à safra 1995/96. O excesso de umidade no solo aliado à ocorrência de cancro da haste e da alta incidência de doenças de final de ciclo, foram os principais causadores desta quebra de produtividade. Na safra 1997/98, as médias para produtividade foram um pouco maiores que 1996/97, apesar da alta incidência de cancro da haste. Algumas linhagens com elevado potencial para produção de grãos como a BRQ94-1020028 e a BRQ94-1030086 tiveram suas médias muito diminuídas como consequência da doença. Outras linhagens como a BRQ94-1010077, BRQ94-1030049,

BRQ94-1040064 e a BRQ94-1060034 apresentaram boa produtividade, apesar da ocorrência da doença (Tabela 8.5).

O ganho genético obtido em resposta à seleção foi calculado pela comparação das médias das linhagens selecionadas com os valores de *m* (média das linhas puras avançadas sem seleção) para todas as características avaliadas nas safras 1995/96 e 1996/97. Para o caráter peso total de grãos, os ganhos foram maiores em setembro e outubro para praticamente todos os cruzamentos. Os cruzamentos envolvendo a cultivar BR-13 apresentaram os maiores ganhos médios ao longo das diferentes épocas, tanto no ano mais favorável (1995/96) como no desfavorável (1996/97). Isso ocorreu em função da alta sensibilidade dessa variedade ao fotoperíodo, fazendo diminuir o valor de *m* nessas épocas de semeadura. Com base nas médias das linhagens selecionadas, observa-se que, sob ambiente favorável, o cruzamento BR85-29009 x OC-8 foi o que apresentou o maior potencial, principalmente em semeaduras de setembro e outubro. Em ambiente desfavorável, o cruzamento FT-2 x OC-8 apresentou a maior média para peso total de grãos. É oportuno salientar que os ganhos observados no ambiente favorável se mantiveram no ambiente de

menor potencial produtivo, indicando que o trabalho de melhoramento genético deve estar contribuindo para o incremento das médias de produtividade, tanto em ambientes favoráveis como nos desfavoráveis. Um aspecto negativo dessa seleção, que fora realizada visando aumentar a produtividade e a estabilidade de produção, ao longo das diferentes épocas de semeadura, é que, via de regra, houve resposta correlacionada no sentido de aumentar o número de dias para o florescimento e para a maturação. No caso do cruzamento BR85-29009 x OC-8, onde as linhagens são mais tardias, o florescimento ficou entre 45 e 60 dias e o ciclo entre 102 a 144 dias, dependendo da época de semeadura; as linhagens de FT-2 x OC-8, onde essa resposta correlacionada foi menor, floresceram entre 39 e 50 dias com ciclo entre 105 e 140 dias. Em BR85-29009 x FT-2, as respostas correlacionadas sobre floração e ciclo também foram relativamente pequenas. Como consequência desses resultados, também houve aumento médio da altura de planta na maturação principalmente nas linhagens do cruzamento BR85-29009 x BR-13. As linhagens de BR85-29009 x OC-8 estiveram entre as mais altas, variando de 29 cm na semeadura de setembro de 1996/97 a 1m em novembro de 1995/96.

TABELA 8.5. Médias para o caráter peso total de grãos das variedades e das linhagens selecionadas avaliadas em três anos e em quatro épocas de semeadura em Londrina, PR.

Geração	Safr 95/96 - Data de semeadura				Safr 96/97 - Data de semeadura				Safr 97/98 - Data de			
	14/09	19/10	17/11	15/12	16/09	21/10	18/11	16/12	16/09	21/10	19/11	19/1
FT-2	16.20	43.74	41.60	29.27	10.09	20.23	35.88	24.89	12.90	20.90	30.8	
BR-13	7.80	26.40	25.48	22.18	3.46	2.86	11.01	11.43	8.50	7.15	13.6	
BR 85-29009	33.88	45.38	46.32	27.36	12.32	18.89	20.41	14.82	17.05	19.43	26.1	
OCEPAR 8	38.48	39.26	41.83	25.02	16.10	22.14	20.55	14.49	24.04	25.22	24.6	
CAC BR87-15	29.97	51.67	56.62	31.91	12.08	16.23	25.85	18.10	18.48	27.20	37.0	
BRQ94-1010008	27.32	41.42	48.63	27.89	16.37	29.14	30.30	23.08	18.81	26.41	33.8	
BRQ94-1010030	24.98	41.51	48.25	26.70	15.74	21.63	24.44	21.86	14.94	20.03	27.6	
BRQ94-1010035	25.90	47.72	39.78	28.79	12.58	21.31	28.51	23.95	13.01	26.36	30.4	
BRQ94-1010077	35.78	75.77	63.69	36.44	17.31	41.46	41.45	32.52	23.27	43.18	43.5	
BRQ94-1020028	70.99	57.73	50.86	31.02	22.23	23.41	23.80	22.13	27.39	25.52	22.6	
BRQ94-1020054	28.92	53.15	51.91	31.88	11.90	25.40	28.69	18.38	19.74	27.36	39.0	
BRQ94-1020055	52.59	63.67	44.54	32.90	23.86	39.37	34.69	22.00	26.76	25.03	27.3	
BRQ94-1020060	43.29	62.20	51.52	35.04	20.49	40.34	33.86	26.14	21.10	23.46	33.2	
BRQ94-1030011	65.87	64.18	48.79	19.51	20.35	21.36	15.98	22.92	22.92	37.25	22.6	
BRQ94-1030049	79.54	80.21	66.96	40.48	25.63	41.26	26.94	22.86	25.57	34.00	45.0	
BRQ94-1030050	85.35	97.07	59.08	22.46	27.79	36.04	23.78	24.50	29.08	32.80	22.3	
BRQ94-1030060	18.96	53.66	41.66	34.26	9.47	21.20	26.67	18.38	14.84	24.97	32.3	
BRQ94-1030078	52.47	49.07	37.65	24.94	15.28	19.96	21.23	14.86	23.89	26.87	24.3	
BRQ94-1030081	76.04	80.35	73.45	38.54	23.42	40.80	32.89	26.38	28.77	29.55	32.4	
BRQ94-1030086	113.49	80.61	57.52	28.94	23.29	35.79	22.85	20.62	26.06	32.58	30.8	
BRQ94-1040028	13.99	31.88	22.15	23.06	7.22	13.04	21.59	21.08	8.23	12.64	20.6	
BRQ94-1040041	16.79	51.37	31.13	21.16	10.07	19.78	34.43	22.30	11.25	19.78	26.2	
BRQ94-1040062	22.58	43.63	53.89	37.24	8.21	23.47	31.52	26.27	13.25	19.09	38.7	
BRQ94-1040064	44.89	56.86	52.79	30.74	22.21	32.55	28.51	20.33	23.41	36.39	37.3	
BRQ94-1050001	22.20	56.96	53.55	31.21	14.48	31.95	35.19	29.89	18.10	29.21	34.4	
BRQ94-1050053	34.00	61.60	48.30	33.53	14.30	36.56	34.14	27.33	20.90	33.13	30.7	
BRQ94-1050086	33.60	59.08	52.35	32.99	12.88	30.72	29.11	23.67	12.76	25.53	27.3	
BRQ94-1050096	40.96	61.74	61.10	38.00	15.17	42.02	43.06	23.66	18.64	31.08	32.4	
BRQ94-1060010	27.72	48.60	40.39	29.80	14.12	15.38	23.83	15.93	20.71	25.77	31.3	
BRQ94-1060020	57.70	65.88	57.35	33.02	21.10	32.66	30.19	21.63	31.48	39.68	37.2	
BRQ94-1060029	59.95	61.31	53.94	29.34	24.77	40.40	33.17	22.31	32.57	40.59	40.7	
BRQ94-1060034	35.10	50.37	36.49	24.89	13.36	27.63	28.60	20.10	26.28	34.36	34.4	

8.11 Desenvolvimento de Cultivares de Soja com Resistência ao Nematóide de Cisto para o Estado de Goiás (04.0.94.321-48)

Luis Cláudio de Faria, Leones A. Almeida,
Romeu A.S. Kiihl, José Nunes Júnior

A Região Central do Brasil apresenta hoje condições próprias para o desenvolvimento da cultura de soja, graças ao desenvolvimento de cultivares adaptadas aos Cerrados. Problemas graves relacionados às doenças, como por exemplo o cancro da haste (*Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridiionalis*), causaram e vêm causando grandes prejuízos aos sojicultores em nível nacional. Há alguns anos, surgiu outro problema sério que é o nematóide de cisto da soja NCS (*Heterodera glycines Ichinohe*). Em Goiás, ainda não existem cultivares comerciais resistentes ao NCS, que foi detectado em 1992, no município de Chapadão do Céu. Em 1993, foi encontrado em Aporé, em 1994 nos municípios de Jataí, Mineiros e Serranópolis, em 1997 foi relatada a presença do nematóide nos municípios de Perolândia e Portelândia e, por último, em 1998/99 em Vianópolis, Catalão e Campo Alegre.

Para obtenção de cultivares de soja resistentes ao NCS, estão sendo desenvolvidos, no município de Chapadão do Céu, testes para avaliação de resistência em diversas linhagens. As linhagens são selecionadas de diversos cruzamentos em que um dos pais possui resistência ao NCS e o outro boa adaptabilidade à região. Do trabalho iniciado com um grupo de 5.135 linhagens selecionadas de "bulks" cultivados na safra 94/95, apenas três linhagens foram comprovadamente resistentes à raça 4 do NCS, destas apenas uma foi promovida ao 1a. ano do ensaio de competição final médio, tendo a GOBR94-122243 boas chances de se tornar uma nova cultivar. Nos anos de 1996, 1997 e 1998, foram testadas aproximadamente 48.000 linhagens para resistência às raças 4 e 14, no município de Chapadão do Céu, GO, tendo sido selecionadas aproximadamente 4.000 linhagens, que estão sendo testadas nas várias etapas dentro do programa de melhoramento de soja. Isso significa que, a partir do próximo ano, continuamente, haverá possibilidade de lançamento de novas cultivares resistentes ao NCS para o Estado de Goiás.



MANEJO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DO SOLO PARA A PRODUÇÃO DE SOJA E CULTURAS ASSOCIADAS

Nº do Projeto: 04.0.94.326

Líder: Áureo Francisco Lantmann

Nº de Subprojetos que compõem o Projeto: 16

Unidades Instituições Participantes: Embrapa Soja, Embrapa Rondônia, EMGOPA, Cooperativas Agrária, Coamo e Cocamar, Grupo Greta, CNPq, Fundação MT, Fundação FAPCEN

A área cultivada com soja no Brasil ocupa cerca de 12 milhões de hectares, em diversos tipos de solos e com grande variação de uso e manejo. Devido ao mau uso e manejo destes solos, a produtividade da soja e das culturas associadas está muito aquém do seu potencial. O uso incorreto de implementos, da adubação e da calagem, em quantidades e formas inadequadas, e o cultivo sucessivo da soja, estão levando esses solos a um processo de esgotamento e/ou degradação. Alternativas para solucionar estes problemas estão na realização de um projeto de pesquisa que contemple alternativas, para melhor aproveitamento dos recursos naturais, aliadas as recomendações, de fertilizantes e calagem adequadas a sistemas de rotação de culturas para manutenção e/ou recuperação da fertilidade dos solos.

Os objetivos deste projeto são amplos e buscam alcançar a otimização na utilização de corretivos, adubos e no manejo da cultura associada a sistemas de rotação.

Alguns pontos relevantes dos resultados obtidos nas safras 93/94, 94/95 e 95/96 são descritos a seguir.

Foi observada boa correspondência entre teores de K nas folhas e produtividade da cultura do girassol, 1,8% de K para produtividade até 800 kg/ha, 1,8% a 2,4% de K para produtividade entre 800 a 1400 kg/ha e em produtividades acima de 1400 kg/ha com K entre 2,4% e 3,7%.

Após cinco anos sem adubar a soja com potássio, os níveis de K nos solos LRe, LRd e LRa atingiram as concentrações de 0,06 , 0,04 e 0,05 meq/100g respectivamente. Nestas condições, foram aplicadas 0, 40, 80, 120, 160 e 240 kg/ha de K₂O em duas formas, toda a lanço ou

metade a lançar mais cobertura. Os rendimentos máximos foram obtidos com a dose de 120 kg/ha e sem diferenças entre as formas de aplicação. Para o solo LRd determinou-se como nível crítico de K no solo a concentração de 0,05 meq/100g.

A aplicação do molibdênio na dose de 12 a 22 g/ha via semente tem produzido acréscimos da soja de 500 a 800 kg/ha na produtividade em alguns solos do Paraná e Maranhão.

No trabalho que estuda a sustentabilidade da produção de soja e trigo em sucessão, em solo latossolo roxo distrófico, após o sexto ano, pode-se afirmar que, com aplicação de fertilizantes apenas para o cultivo do trigo é possível manter boa produtividade para a soja, assegurando-se a fertilidade para o sistema e produtividades de trigo iguais a 3100 kg/ha e de soja a 3500 kg/ha nos anos mais favoráveis.

O subprojeto, que estuda o manejo dos resíduos de colheitas condicionado por sistemas de preparo de solo, tem revelado que os resíduos de trigo podem cobrir o solo em até 100%, com massa residual de 2625 kg/ha; a soja com massa residual de 6125 kg/ha e o milho 6700kg/ha proporcionaram cobertura de 66% e 77% respectivamente.

O sistema de semeadura direta e preparo do solo com escarificador tem proporcionado maior produtividade da soja e trigo quando comparado com a produtividade obtida em sistemas convencional com arado de aiveca. Sistemas com rotação de culturas com tremoço, milho e aveia em semeadura direta tem condicionado os solos a produzir soja até 4200 kg/ha de soja e sistema contínuo trigo/soja, com produtividade de 3400 kg/ha.

No trabalho que vem sendo conduzido para identificar sistemas de rotação de culturas de espécies vegetais perenes e anuais para recuperação de solos latossolo roxo distrófico, foi observado que a *Brachiaria brizantha* e *Indigofera endecaphylla* proporcionaram ao solo menor compactação e maior porcentagem de macroporos. Após a pastagem, a rotação soja/aveia - milho/girassol - soja/trigo - soja/trigo se constitui num sistema adequado podendo substituir o efeito obtido com a recuperação de pastagens.

Do trabalho conduzido em solo latossolo distrófico de textura argilosa no Planalto de Campo Mourão com as espécies vegetais em rotação: soja, milho, trigo, cevada, tremoço azul, nabo forrageiro, milheto, mucuna e guandu, os resultados têm mostrado que a canola, após dois anos de soja/trigo, apresentou baixo rendimento e alta incidência de esclerotinia. O milho, cultivado após o tremoço azul alcançou o maior rendimento de grãos e, quando foi cultivado após a canola, a produtividade foi intermediária, mesmo consorciado com o

guandu ou com a mucuna. A soja apresentou altos índices de acamamento quando cultivada após consórcio milho e mucuna, o que pode estar ligado a melhoria das características físicas e químicas do solo, já com alta fertilidade.

No latossolo bruno álico de Guarapuava, a cevada, o trigo e o milho são as culturas que mais respondem em aumento no rendimento de grãos quando submetidos a sistemas de rotação de culturas. Nestes solos o sistema de semeadura direta também tem favorecido o cultivo do trigo e soja. A soja também produz mais após os cultivos de guandu, mucuna e trigo, quando comparado à produtividade da soja após aveia/milho.

Os experimentos conduzidos em latossolo roxo eutrófico do Norte do Paraná, com objetivos de, compor sistemas de rotação de culturas para recuperar biologicamente o solo e propriedades físicas e químicas maximizando a produtividade da soja, tem revelado que a aveia preta e o tremoço conferem acentuada melhoria àquelas propriedades. Em determinações efetuadas em 1995 foi observado que o sistema contínuo com trigo/soja conferiu o maior índice de resistência a penetração.

O trabalho conduzido para determinar as épocas mais adequadas à implantação da "safrinha" de soja ou milho, indicam, de forma preliminar, que tanto a soja, como o milho, apresentam melhor desempenho quando cultivados em sucessão ao girassol semeado no outono.

O conjunto de experimentos conduzidos em solos do cerrado pela EMGOPA, para testar diversos genótipos de soja de ciclos diferentes em função da adubação fosfatada e tempo de uso do solo (solo corrigidos ou não), de uma forma geral não revelam interação positiva significativa entre as variedades/linhagens e adubação fosfatada. A maioria dos genótipos apresenta melhor resposta ao fósforo em solos não corrigidos.

A melhor produtividade da soja variedade Cristalina (1866 kg/ha) em solo latossolo vermelho-amarelo de Rondônia foi obtida com 50% de saturação de bases, 20 kg/ha de N, 240 kg/ha de P_2O_5 e 120 kg/ha de K_2O .

A validação das principais tecnologias geradas neste projeto estão sendo feitas através de um conjunto de ações que envolvem instalação de experimentos e campos demonstrativos em parceria com cooperativas e fundações de pesquisa.

9.1 Manejo da Fertilidade em Latossolo Roxo (04.0.94.326-03)

Aureo Francisco Lantmann

Um sistema de produção agrícola exige o uso de fertilizantes em quantidades próprias, para atender a situações econômicas e, ao mesmo tempo, conservar a fertilidade do solo, para manter ou elevar a produtividade do sistema. Isso tudo pode ser conseguido quando serão identificados claramente os fatores limitantes e se avalia a disponibilidade dos nutrientes existentes no solo, sendo possível, assim, ajustar as práticas de adubação a cada caso.

Ultimamente, tem sido freqüente a dispensa dos fertilizantes em latossolo roxo, por agricultores, sem que isso afete a produtividade da soja. Essa prática, sem um acompanhamento técnico, pode, com o tempo, inviabilizar um sistema produtivo como soja-trigo-milho, levando os solos, originalmente férteis, à situação de exaustão.

Para se estudar os efeitos de ausência ou aplicação de adubação para soja e trigo, em solo latossolo roxo distrófico, está sendo conduzido, em sistema de plantio direto, um experimento, no campo experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Soja, com os seguintes objetivos:

- a) Avaliar o potencial de fertilidade do solo latossolo roxo distrófico;
- b) Avaliar a necessidade de adubação

fosfatada e potássica para a soja nas situações de ausência e presença de adubações no cultivo de trigo, num sistema contínuo soja/trigo;

- c) Determinar o retorno econômico em situações da soja ter ou não adubação em diferentes condições de fertilidade do latossolo roxo distrófico;
- d) Avaliar a capacidade de aproveitamento pelas culturas da soja e trigo de adubações efetuadas para ambas as culturas; e
- e) Avaliar o efeito da adubação fosfatada aplicada em maior profundidade.

O experimento vem sendo conduzido desde 1989/90 com 10 tratamentos, de modo a se estabelecer comparativamente os efeitos de adubação só praticada no trigo e praticada para o trigo e soja, sobre a produtividade da soja e do trigo. Após sete anos da sucessão soja-trigo, o experimento foi conduzido com a sucessão soja, trigo e milho retornando à sucessão soja trigo na safra 97/98.

Na tabela 9.1 são mostradas as produtividade das culturas de milho, soja e trigo, cultivadas em rotação, após sete anos da sucessão soja-trigo, e em função dos tratamentos aplicados para a soja e trigo.

O milho cultivado em sucessão, sem adubação, apresentou diferenças de produtividades em função dos residuais de adubação, com a melhor produtividade (6210 kg/ha), tendo sido

TABELA 9.1. Rendimentos de grãos de milho (96/97, soja (97/98 E 98/99) e trigo (98), cultivados em sucessão, em função de fertilizantes aplicados para a sucessão soja - trigo durante oito anos, em solo Latossolo Roxo distrófico. Embrapa Soja. Londrina PR. 1999.

Tratamentos				Produtividade			
Soja		Trigo		Milho ¹	Soja	Trigo	Soja
P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	96/97	97/98	98	98/99
				kg/ha			
0	0	0	0	4098 e ²	2654 b	2578 bc	2883 c
0	0	50	30	5251 d	3147 ab	3100 ab	3539 a
0	0	50	0	5202 d	2758 b	3018 ab	3344 b
0	0	0	30	4314 e	2395 c	2480 c	2813 c
30	0	50	30	6054 ab	3163 ab	3192 a	3575 a
60	0	50	30	5545 bcd	3177 ab	3170 ab	3427 ab
0	50	50	30	5692 abcd	3231 a	3174 ab	3451 ab
0	100	50	30	5854 abc	3026 ab	3158 ab	3559 a
30	50	50	30	5878 abc	3238 a	3228 a	3621 a
60	100	50	30	6210 a	3225 a	3180 a	3368 b
Média				4137	1163	5395	5559
C.V.				6,54	15,2	6,48	6,52
Teste F.				9,41*	5,59*	11,45*	8,46*

¹ Cultivo sem adubação.

² Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

* Nível de significância de 5%.

obtido no residual da maior adubação usada para a soja e trigo. A menor produtividade (4049 kg/ha) foi obtida no tratamento sem qualquer adubação praticada anteriormente para a sucessão soja trigo. Essas observações evidenciam que o milho, naquele sistema de produção poderia ser cultivado sem adubação própria para atingir produtividades equivalente a 6000 kg/ha.

A soja produzida na safra 97/98 teve suas melhores produtividade nos tratamentos com residual de

adubo aplicado ao trigo e também na soja, com 3228 kg/ha.

No ano de 1998 o trigo teve suas melhores produtividade também quando houve residual das adubações praticadas para a soja, com 3228 kg/ha.

Na safra 98/99, a soja teve suas melhores produtividade, tanto no tratamento sem adubação para a soja, 3539 kg/ha como no tratamento em que houve adubação para o trigo e soja, 3621 kg/ha. Essa observação,

permite concluir que, não houve necessidade de adubação com fósforo e potássio para soja.



9.2 Manejo dos Resíduos da Colheita, Condicionado por Sistemas de Preparo do Solo (04.0.94.326-04)

Odilon Ferreira Saraiva, Eleno Torres

O subprojeto, iniciado em 1993, está sendo desenvolvido nas dependências do Centro Nacional de Pesquisa de Soja da Embrapa, em Londrina, PR. Objetiva-se identificar as relações da dinâmica dos restos de culturas produzidos no sistema de produção da soja, com os seguintes propósitos: a) desenvolver a calibração de um método para avaliação da cobertura do solo; b) quantificar o poder de incorporação dos restos de culturas por sistemas de preparo do solo; e c) estudar a taxa de decomposição de restos de culturas. De acordo com os resultados obtidos até agora, tem sido observado, através da calibração do método de avaliação de cobertura do solo pelos restos de culturas, que os restos de trigo e de aveia são mais eficientes do que os de soja e milho em cobrir o solo. Os sistemas de preparo não têm

influenciado sobre a produção de restos das culturas em cada período de observações. No entanto, os sistemas de preparo variam na sua capacidade de incorporar os restos de culturas, dependente da capacidade de mobilização do solo. A capacidade de incorporar observada tem sido crescente na seguinte ordem: semeadura direta, cruzador, grade pesada, arado de discos e arado de aivecas. O tipo de restos de culturas também tem influenciado a capacidade de incorporação pelos sistemas de preparo do solo, aumentando a incorporação na seguinte ordem: restos de milho, trigo/aveia e soja. A perda de massa dos restos de culturas tem sido observada ser maior quando incorporados ao solo, em relação aos mesmos mantidos na superfície. No período de verão, tem sido observada maior perda de massa. Com exceção da aveia incorporada, os demais restos de culturas não foram totalmente decompostos, sobrando material para o próximo ciclo de culturas. A riqueza em nutrientes, o nível de contato com o solo, o clima e o estado de lignificação dos restos de culturas interagiram entre si, resultando na sua permanência no ambiente no próximo ciclo de culturas, determinando o banco de materiais orgânicos em decomposição.

9.2.1 Influência dos sistemas de preparo do solo sobre as relações da dinâmica dos restos de culturas

Para o estudo da influência dos sistemas de preparo do solo sobre as relações da dinâmica dos restos de culturas, são avaliados a quantidade de material remanescente sobre o solo e a cobertura do solo proporcionada. As determinações são realizadas após a colheita e após o preparo do solo para a cultura subsequente, através da amostragem dos restos que, após quantificados, são transformados em cobertura. Os tratamentos constituem-se de sete sistemas de preparo do solo: cruzador (CR), semeadura direta por dois anos e cruzador no terceiro ano (PDCR), semeadura direta (SD), arado de discos (AD), arado de aivecas (AA), grade pesada (GP) e preparo alternado (PA), sob duas modalidades de rotação de culturas: trigo/soja contínua (Sucessão) e nabo forrageiro/milho - aveia/soja - trigo/soja - trigo/soja (Rotação). O delineamento experimental é um fatorial 7x2, em blocos casualizados, com quatro repetições.

Durante o ano de 1998, as produções de restos de cultura de soja e milho, no verão, foram influenciadas pelos tratamentos de preparo do solo e pelas rotações, com interações entre eles. Em média, a produção de 2717 kg/ha de restos de soja cobriu 64% da superfície do solo, enquanto

que a produção de restos de milho, de 5210 kg/ha, cobriu 91%. Dentro de Sucessão, a maior produção de restos de cultura de soja foi observada no tratamento preparo alternado, destacando-se dos demais sistemas de preparo do solo, que foram semelhantes entre si. Dentro de Rotação, as maiores produções foram observadas para os tratamentos CR, GP e PA, que se assemelharam e diferiram daquela observada no tratamento arado de aivecas, que se assemelhou aos tratamentos PDCR, PD e AD. A grade pesada incorporou cerca de dois terços dos restos de cultura de soja e cerca da metade dos restos de cultura de milho, presentes na superfície do solo.

A produção média de restos de cultura de trigo na sucessão, de 2435 kg/ha, foi suficiente para cobrir 99% da superfície do solo. A produção média de material de aveia, na rotação, de 4219 kg/ha, superior à de trigo, atingiu os 100% de cobertura, com sobra de material. Neste ano não foi verificada diferença de produção de restos de culturas de trigo ou de aveia, dentro de sistemas de preparo, para nenhum dos dois sistemas de rotação de culturas. As incorporações de restos de culturas foram semelhantes entre si, quando os preparos adotados mobilizaram o solo, ou seja, arado de discos, arado de aivecas, grade pesada e escarificador.

9.2.2 Decomposição de restos de culturas em condições de campo

Neste experimento é estudada a taxa de decomposição de restos de culturas em condições de campo, envolvendo o sistema de preparo com arado de discos (AD) e a plantio direto (PD), dentro da sucessão contínua com trigo-soja. Utiliza-se a técnica dos sacos de nylon (Wilson e Hargrove. Soil Sci. Soc. Am. J., 50:1251-1254, 1986), que são instalados na superfície das parcelas de plantio direto e enterrados a 15-20 cm de profundidade nas parcelas de cultivo convencional, com arado de discos. Os sacos

são recolhidos para avaliações após 0, 1, 2, 4, 8 e 16 semanas de permanência no campo. No período de culturas de verão, são estudados os restos de culturas de trigo e aveia. No de inverno são estudados os restos de soja e milho. O delineamento experimental se constitui de um fatorial em blocos ao acaso, com quatro repetições. As perdas de massa dos restos de culturas de trigo e aveia, para o período de observações de 03/12/97 a 26/03/98, foram maiores quando os mesmos foram incorporados no sistema com arado de discos (Fig. 9.1), favorecido pelo maior

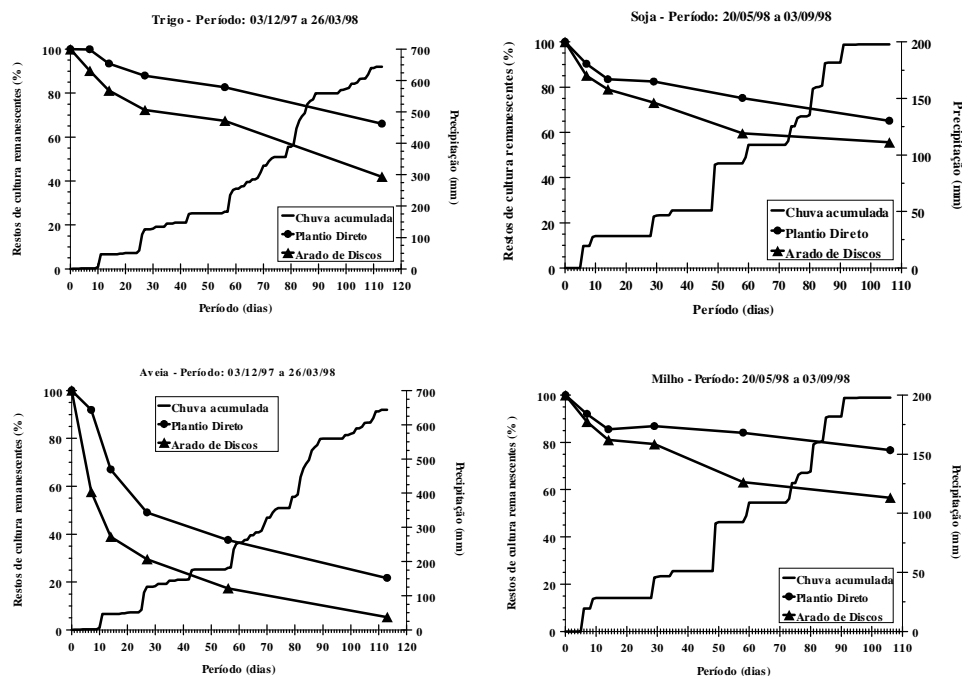


FIG. 9.1. Massa de restos de culturas de aveia e trigo, no verão, e milho e soja, no inverno, remanescentes após degradação no campo, sob duas modalidades de preparo do solo e precipitação pluviométrica acumulada durante os períodos. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1998.

contato com o solo, durante o período de verão, quando foi observada ocorrência normal e boa distribuição de precipitação pluviométrica, totalizando cerca de 650 mm de chuva. Os restos de trigo perderam menos massa do que os de aveia. Durante o período de inverno, observações realizadas de 20/05/98 a 03/09/98 (Fig. 9.1), as perdas de massa dos restos de culturas de soja e milho também foram maiores quando os mesmos foram incorporados ao solo. As perdas de massa dos restos de cultura de soja foram maiores do que aquelas observadas para os restos de cultura de milho. A precipitação pluviométrica, também foi considerada normal e bem distribuída durante o período, totalizando cerca de 200 mm de chuva.



9.3 Avaliação de Sistemas de Preparo do Solo, Rotação de Culturas e Semeadura da Soja (04.0.94.326-05)

Eleno Torres, Odilon Ferreira Saraiva,
Jorge Luiz Piccinin, José Renato Bouças Farias,
Paulo Roberto Galerani, Dionisio Luis P. Gazziero

Ano após ano, tem sido observado, por pesquisadores e extensionistas, um decréscimo na produtividade da soja e de outras culturas, apesar da geração de cultivares mais produtivas, de novas técnicas de ferti-

lização e correção do solo, etc. A principal causa apontada para esse decréscimo é a degradação do solo provocada pelo sistema de cultivo altamente mecanizado da sucessão soja-trigo. A grande área de cultivo da soja está localizada em regiões de clima quente, onde a formação e a manutenção de cobertura morta sobre a superfície é difícil e, também, porque essa matéria orgânica é degradada com muita rapidez, tornando o solo mais suscetível à compactação. A alternativa para minimizar o problema é aprimorar a tecnologia de preparo do solo existente, ou desenvolver novos sistemas de manejo e de rotação de culturas, que preservem o solo e estabilizem a produtividade da soja e culturas associadas. Os principais objetivos do trabalho são: conhecer o efeito de sistemas de preparo do solo e de rotação de culturas e da respectiva interação sobre as características físicas e químicas do solo, e produtividade da soja; conhecer o efeito do preparo do solo com implementos de hastes, em diferentes condições de restos de cultivos, sobre o nivelamento do terreno e resistência do solo no plantio direto.

9.3.1 Avaliação de sistemas de preparo do solo e semeadura da soja

O experimento foi instalado num latossolo roxo distrófico e teve início no ano de 1981. O delineamento

experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, com os seguintes tratamentos: sistema direto; preparo convencional (arado de disco + grade niveladora); preparo com escarificador (escarificador + grade niveladora); e preparo com grade pesada (grade pesada + grade niveladora).

Apesar dos ganhos de produtividade observados nos últimos anos no plantio direto, a monocultura trigo/soja, não ofereceu sustentabilidade ao sistema, principalmente, nos quatro primeiros anos (Fig. 9.2). Nesses anos, o plantio direto teve comportamento semelhante ou inferior ao convencional. Esses resultados refletem o desempenho do plantio direto nos Latossolos Roxos do Norte do Paraná, Sul de São Paulo e do Mato Grosso do Sul, quando se usa a sucessão soja/

trigo. As técnicas para viabilizar o plantio direto no período de transição são baseadas na rotação de culturas e/ou em práticas mecânicas, conforme o apresentado no relatório do ano anterior.

Os resultados obtidos em 1997/98, evidenciaram que tanto a altura da planta como o rendimento de grãos da soja foram mais elevados nos sistemas plantio direto, arado de disco e escarificador, em relação ao preparo com grade pesada. O diâmetro médio ponderado dos agregados do solo - DMP (Fig. 9.3), na profundidade de 0-10cm, foi mais elevado no sistema direto, principalmente, em relação ao arado de disco e escarificador. No entanto, na profundidade de 10-20cm, o DMP foi semelhante entre os sistemas testados. Esses resultados

evidenciaram que o plantio direto, devido à melhor agregação na camada superficial e à manutenção dos resíduos sobre o solo, proporciona condições para a redução da erosão. Porém, nas camadas abaixo dos 10 cm, podem ocorrer problemas, porque o caminho preferencial para o desenvolvimento das raízes ocorre entre os agre-

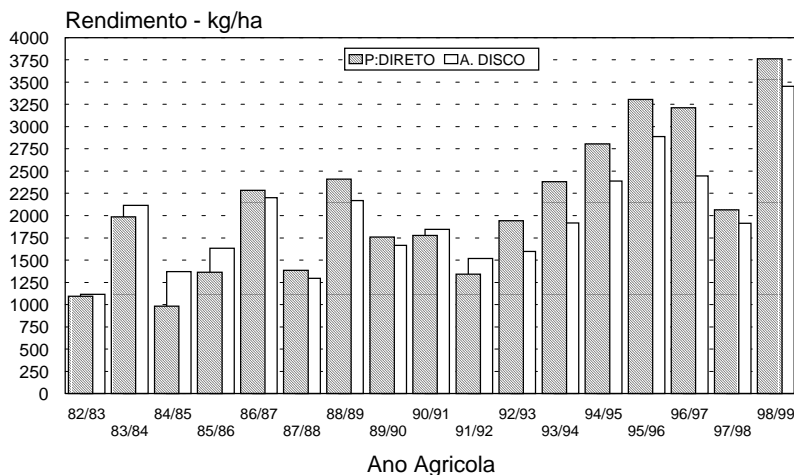


FIG. 9.2. Produtividade da soja observada no plantio direto e preparo com arado de disco em diferentes anos agrícolas. Embrapa Soja. 1998.

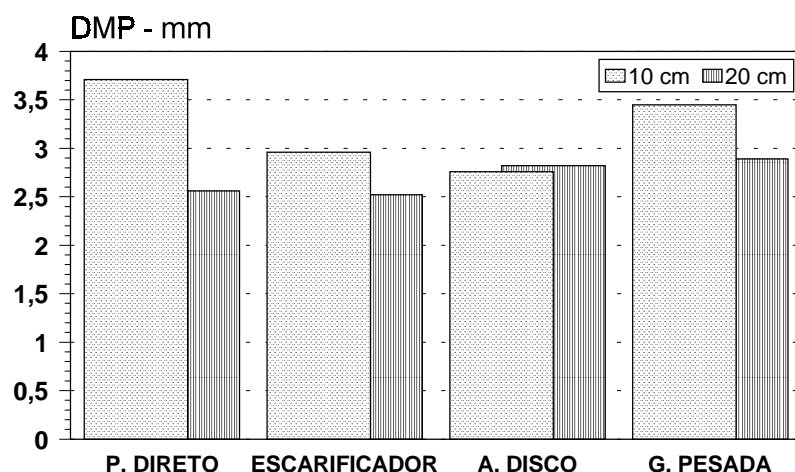


FIG. 9.3. Diâmetro médio ponderado dos agregados do solo - DMP observado em quatro sistemas de preparo do solo e duas profundidades. Embrapa Soja. 1998.

gados e fendas no solo. Os resultados de agregação obtidos no plantio direto e nos demais sistemas são, de certa forma, diretamente correlacionados com a distribuição do carbono no solo (relatórios anteriores) e, conseqüentemente, com a capacidade de cada sistema em incorporar os resíduos deixados pelas culturas anteriores e de manter os teores de carbono no solo. Exemplo, no plantio direto os resíduos são deixados na superfície, enquanto que nos preparos com escarificador e grade pesada, são semi-incorporados e no preparo com arado de disco são incorporados ao solo.

9.3.2 Avaliação de sistemas de produção de soja: manejo, rotação e cultivares

O experimento foi instalado num Latossolo Roxo distrófico e teve início no ano de 1993/94. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com os tratamentos sendo distribuídos em fatorial 5 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram cinco sistemas de preparo do solo e de rotação de culturas, e duas cultivares

de soja. Os tratamentos de preparo e de rotação foram: aração (arado de disco + grade niveladora na sucessão soja trigo); gradagem pesada (grade pesada + grade niveladora na sucessão soja trigo); aração II (aração por uma safra e gradagem pesada por duas safras consecutivas na sucessão soja trigo); plantio direto I (rotação: tremoço/milho - aveia/soja - trigo/soja); A altura de planta e o peso da sementes da soja foram pouco afetados pelos tratamentos de manejo. e plantio direto II (rotação: nabo/milho - aveia/soja - trigo/soja). As duas cultivares de soja foram EMBRAPA-I (ciclo precoce) e BR-37 (ciclo médio).

No ano agrícola de 1997/98, os tratamentos mantidos em plantio direto (direto-rot.I e direto-rot.II),

foram cultivados com milho e os mantidos em sistema convencional (aração, aração II e gradagem pesada, cultivados com soja. No sistema direto, a produtividade de grãos do milho foi mais elevada quando o mesmo foi antecedido pelo tremoço do que pelo nabo forrageiro. Provavelmente, em razão da maior quantidade de nitrogênio deixada no solo pelo tremoço, que é uma leguminosa. Para a soja, mesmo entre sistemas que mobilizaram o solo em diferentes profundidades, não foi verificado efeito dos tratamentos de preparo sobre a produtividade das cultivares testadas, apesar dos resultados anteriores terem evidenciado, em alguns anos, menor produtividade nos sistemas que preparam apenas uma pequena camada de solo e que propiciam desenvolvimento superficial das raízes. A altura de planta e o peso das sementes de soja foram pouco afetados pelos tratamentos de manejo.

9.3.3 Avaliação de sistemas de preparo do solo x rotação de culturas

O experimento foi instalado num Latossolo Roxo distrófico e teve início no ano de 1988. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com os tratamentos distribuídos em fatorial 7 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos são sete sistemas de preparo do solo e duas seqüências de rotação de culturas. Os sistemas de preparo, são: escarificação com esca-

rificador tipo cruzador; plantio direto - três anos (sistema direto com a utilização a cada três anos de escarificador tipo cruzador); plantio direto contínuo); aração com arado de discos; aração com arado de aivecas; gradagem com grade pesada; e preparo alternado, a cada ano um implemento diferente (arado de disco, arado de aiveca, escarificador). Os sistemas de seqüências de culturas foram: sucessão soja/trigo contínua; e rotação tremoço/milho - aveia/soja - trigo/soja - trigo/soja.

O ano agrícola de 1997/98, foi o nono de execução do experimento. Os resultados das análises físicas e químicas do solo foram apresentados no ano anterior e evidenciaram resultados importantes para a viabilização do plantio direto nos latossolos roxos, principalmente, relacionados com a compactação do solo. Nas profundidades compreendidas entre 8 e 16 cm, a rotação de culturas diminuiu a densidade global e aumentou a macroporosidade do solo no plantio direto. Esses resultados mostram que os problemas de compactação no plantio direto podem ser minimizados pela rotação de culturas, possibilitando, também, que a transição do plantio convencional para o plantio direto, principalmente, nos solos degradados, seja feita sem o impacto negativo que normalmente ocorre nos cinco primeiros anos.

O uso de escarificador do tipo cruzador depois da colheita da soja e antes da semeadura do trigo ou qualquer outro cereal, também vem sendo alternativa viável, conforme evidenciou o tratamento plantio direto-três anos. Essa tecnologia preserva grande parte dos resíduos na superfície e quase não diminui a matéria orgânica do solo.

No ano agrícola de 1997/98, nos tratamentos de preparo do solo mantidos em rotação de cultura, em função do ciclo da rotação, foi cultivado milho no verão. A produtividade de grãos dessa cultura foi pouco alterada pelos tratamentos de preparo, exceção ao preparo alternado, que apresentou desempenho inferior. Na sucessão trigo/soja, a altura da planta e a produtividade da soja foram pouco alteradas pelos tratamentos de manejo do solo. Somente o preparo com cruzador no inverno (direto no verão) apresentou a tendência de rendimentos mais elevados.

Neste último ano, foram avaliados o perfil cultural do solo e a distribuição de raízes de soja, nos tratamentos plantio direto contínuo, plantio direto (três anos) e preparo com arado de disco. No método do perfil cultural, a organização estrutural **L** caracteriza-se por ser constituída por terra fina (solo pulverizado) e agregados de solo com diâmetro variando de 0 a 10 cm e unidos com pouca coesão. Em função do método de preparo do solo podem

ocorrer variações, principalmente, na proporção entre a terra fina e os agregados. Na organização estrutural **FΔ** o estado interno dos torrões apresentam agregados com estrutura angulosa (poliédrica, cubica ou prismática) ou laminar, quando compactado, com porosidade visível a olho nu pouco desenvolvida, com predominância de poros tubulares ou cavidade arredondadas, podendo existir fissuras. Quase não apresenta raízes e estas, quando presentes, possuem poucas ramificações, são achatadas e com ramificação vertical prejudicada. As faces de ruptura são principalmente lisas e a coesão a seco elevada. A **FΔμ** apresenta torrões com estado interno caracterizados por uma distribuição de agregados arredondados, podendo existir porosidade visível a olho nu típica de empilhamento. A organização **NAM** representa o volume de solo onde aparentemente não existe interferência do homem, portanto, é encontrada nas camadas mais profundas de solo.

Os três tratamentos de manejo avaliados, além de serem distintos quanto à mobilização do solo, representam os sistemas de manejo mais utilizados nesse tipo de solo. Comparando os sistemas de manejo, constatou-se que a organização estrutural **L**, no plantio direto, apresentou grande quantidade de raízes desenvolvidas entre os agregados que apresen-

tavam formas arredondadas e predominavam em relação ao volume de solo pulverizado. No solo preparado com arado de disco a camada superficial de solo com essa estrutura foi maior, porém, predominou o solo solto (terra fina) em relação aos agregados, o que caracterizou maior pulverização e, conseqüentemente, maior susceptibilidade do solo a erosão. A organização **FΔ**, que normalmente são estruturas de solo mais compactadas, aparecem no plantio direto na profundidade de 5 a 18 cm, e no preparo com arado de disco, abaixo dos 20 cm, sendo facilmente evidenciadas nas avaliações feitas com penetrômetros. Analisando-se detalhadamente esse modo de organização, no plantio direto, observou-se que o mesmo apresentava características de solo compactado, ou seja, agregados com forma angular ou laminar (lisa), devido a pressão externa, porém possuía grande quantidade de fissuras, que são importantes para atenuar o efeito restritivo da compactação, pois possibilitam, em função do diâmetro, o desenvolvimento de raízes. Além disso, observou-se no plantio direto contínuo e plantio direto (três anos), que a camada de solo mais compactada não era uniforme em toda sua extensão, apresentando segmentos menos compactados, ou seja, estruturas com torrões com faces de ruptura rugosa, com agregados arredondados,

com porosidade visível a olho nu e com raízes desenvolvidas em diferentes direções, e em formas não achatadas. Por outro lado, no preparo com arado de disco, a organização **FΔ** foi contínua e uniforme, apresentando torrões com ruptura lisa, poucas fissuras, o que limitou o desenvolvimento de raízes através dela, caracterizando problemas mais graves de compactação.

As maiores diferenças entre o plantio direto e o preparo convencional, ocorreu no modo organizacional **NAM**, que é característico de camadas de solo com pouca interferência do homem e aparentemente não alteradas pelo manejo do solo. No preparo com arado de disco, ocorreu somente abaixo dos 60 cm, enquanto que no plantio direto, foi observado abaixo dos 40 cm. Esse fato evidenciou que o plantio direto possibilitou uma evolução positiva do solo para um estado mais natural.

Essas avaliações feitas do estado estrutural do solo são importantes porque permitem complementar as informações já obtidas nos trabalhos de manejo do solo, através de outros métodos (resistência à penetração, densidade global, agregação, etc.), possibilitando com isso: melhor entendimento da dinâmica da compactação do solo no plantio direto, principalmente, na profundidade de 8 a 20 cm; avaliações mais precisas dos

tratamentos de preparo e de rotação de culturas e; conseqüentemente, melhor seleção das práticas de manejo solo.



9.4 Estudo das Causas da Compactação do Solo e do seu Efeito Sobre a Soja (04.O.94.326-06)

Eleno Torres, Odilon Ferreira Saraiva

O manejo inadequado do solo é um dos fatores limitantes à produção das culturas, principalmente da soja, que tem um cultivo altamente mecanizado. As vantagens aparentes dessa mecanização são acompanhadas de uma série de desvantagens, decorrentes do preparo com máquinas e implementos impróprios, feitos em condições inadequadas de umidade do solo. O resultado é a degradação da estrutura e o aumento da suscetibilidade dos solos à compactação e à erosão. O conhecimento do efeito e dos fatores que causam a compactação é de grande importância para o direcionamento das práticas de manejo e de rotação de culturas, visando a preservação e/ou a melhoria das características físicas do solo e, conseqüentemente da produtividade da soja. Os principais objetivos do trabalho são: conhecer quais são e em que proporções os

parâmetros físicos e químicos do solo interferem na suscetibilidade do solo à compactação e avaliar o efeito da compactação do solo sobre o desenvolvimento de diferentes cultivares de soja.

9.4.1 Estudo das causas da suscetibilidade dos solos à compactação

Nesse relatório serão apresentados os dados referentes aos três solos do Paraná que não foram discutidos no último relatório (Latossolo Vermelho amarelo de Castro, Cambisol de Palmeira e Latossolo Vermelho escuro de Goioerê), que são menos expressivos para o cultivo da soja no Estado do Paraná. Para os três solos, como para os outros solos discutidos no relatório do ano passado, a compactação máxima, aumentou com o aumento da umidade do solo até atingir um ponto máximo, que ocorreu dentro do intervalo plástico (limite de liquidez - limite de plasticidade) e muito próximo do limite inferior de plasticidade. O fato evidencia que caso o solo seja trabalhado dentro da faixa de friabilidade terá menos problemas de compactação. Semelhantemente aos outros solos já discutidos no relatório do ano anterior, a compactação máxima foi sempre menor no solo mantido sob vegetação natural em relação ao solo cultivado, exceção do Latossolo Vermelho escuro. A

diferença de compactação entre as condições de solo nativo e cultivado, foi maior no Cambissol devido às maiores diferenças nos teores de matéria orgânica verificadas entre as duas condições. A menor compactação nos solos nativos, em relação ao cultivado, é explicada pela redução da matéria orgânica verificada no solo cultivado, devido as operações de cultivo. A matéria orgânica, comparada aos demais minerais primários do solo, tem baixa densidade real, em torno de 1 g/cm^3 e, além disso, pode contribuir para diminuir o arranjo das partículas no processo de compactação durante as operações de cultivo. A compactação, nesse trabalho, é expressa pela densidade global, portanto, dependente da densidade real e da capacidade de redução do arranjo das partículas proporcionadas pela matéria orgânica. O efeito da matéria orgânica sobre a compactação do solo foi apresentado em teste de correlação no relatório do ano anterior, o qual evidenciou que quanto menor foi o teor de carbono do solo maior foi a compactação. A maior quantidade de areia grossa no solo, também, diminui a compactação, devido a menor superfície de contato das partículas maiores.

Apesar de terem apresentado valores de densidade máximas acima de $1,50 \text{ g/cm}^3$, esses três solos não devem apresentar problemas de

compactação, porque, são solos com altos teores de areia. As areias possuem baixa superfície de contato, o que confere alta macroporosidade aos solos arenosos, os quais, desde que não tenham outras limitações, facilitam as trocas gasosas e o crescimento radicular, já que o caminho natural para crescimento das raízes são os macroporos. Os problemas de compactação são mais graves nos solos argilosos, devido à alta superfície de contato das partículas de argila, o que pode provocar nos solos baixa macroporosidade, principalmente, quando as práticas de manejo reduzem a matéria orgânica.

Devido à importância da matéria orgânica e, também, porque as características da textura e das partículas minerais do solo não podem ser alteradas, a seleção das práticas de manejo de solo devem visar o seu aumento ou preservação, se os níveis forem adequados. As práticas de manejo do solo, avaliadas no subprojeto 326-05 e, discutidas nos relatórios anteriores, mostram as melhores alternativas para preservar ou aumentar os teores de matéria orgânica no solo.

9.4.2 Resposta de diferentes cultivares de soja à compactação do solo no plantio direto

O experimento foi instalado em Londrina em Latossolo Roxo distrófico

desde o ano de 1996/97. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas: as parcelas foram formadas por dois níveis de manejo do solo (solo compactado - densidade em torno de $1,36 \text{ g/cm}^3$ e solo não compactado - escarificação em torno de 25 cm) e a subparcela por seis cultivares de soja (Paraná, BR-16, Iguaçu, BR-4, FT-2 e SS-1). Os objetivos do experimento são: de observar o efeito da compactação do solo sobre o desenvolvimento da soja e a dinâmica e evolução da compactação do solo no plantio direto.

Em 1997/98 a densidade global do solo (Tabela 9.2), principalmente, nas profundidades de 8 e 16 cm, foi mais elevada no tratamento compactado ($1,28$ e $1,35 \text{ g/cm}^3$, respectivamente), em relação ao solo não compactado ($1,24$ e $1,25 \text{ g/cm}^3$). No solo compactado, somente na profundidade de 16 cm a densidade global foi mais elevada que $1,29$ a

$1,30 \text{ g/cm}^3$, valores acima dos quais, na maioria dos anos, podem ocorrer danos ao desenvolvimento da soja, conforme os trabalhos realizados no CNPSo. Transformando-se as densidades avaliadas no solo compactado ($1,28$ e $1,35 \text{ g/cm}^3$) em compactação relativa (relação entre a densidade medida no solo e a compactação máxima do solo obtida pelo método de Proctor), obtem-se valores de $0,84$ a $0,89$, para as profundidades de 8 e 16 cm, respectivamente. Baseado nesse conceito, ou seja, de que valores acima de $0,85$ podem prejudicar o desempenho da soja, somente na profundidade de 16 cm, a compactação relativa foi preocupante.

Com relação à evolução da compactação do solo no plantio direto, nas duas condições de solo (compactado e não compactado), observou-se, em relação ao ano anterior, que no solo não compactado a densidade aumentou de $1,16$ para $1,24 \text{ g/cm}^3$ e

TABELA 9.2. Valores médios de densidade global, macroporosidade, microporosidade e porosidade total do solo, observados em três profundidades e duas condições de manejo do solo no plantio direto (solo compactado e solo não compactado - preparo com escarificador). Ano 1997/98. Embrapa Soja. 1998.

Sist. de preparo	Profundidade (cm)	Porosidade (%)			Densidade global (g/cm^3)
		Macro	Micro	Total	
Não compactado	8	9,87	43,22	53,09	1,24
	16	9,57	42,46	52,03	1,25
	24	7,26	44,05	51,31	1,21
Compactado	8	8,97	42,96	51,93	1,28
	16	4,52	44,49	49,01	1,35
	24	7,27	44,37	51,64	1,28

de 1,19 para 1,25 g/cm³, nas profundidades de 8 e 16 cm, respectivamente. Na profundidade de 24 cm, verificou-se redução da densidade de 1,23 para 1,21 g/cm³. No solo compactado, a densidade global diminuiu de 1,32 para 1,28 g/cm³ e de 1,38 para 1,35 g/cm³, nas profundidades de 8 e 16 cm, respectivamente. Na profundidade de 24 cm, a densidade permaneceu estável em 1,28 g/cm³. Esses resultados confirmam a tendência do plantio direto em apresentar problemas de adensamento superficial. Porém, ao contrario dos demais sistemas a compactação tende a diminuir ou permanecer estável abaixo dos 20 cm, evidenciado que o problema, nesse sistema, ocorre mais na camada superficial do solo, portanto, mais fácil de ser atenuadas.

Os valores de densidade global foram relacionados com a macroporosidade (Tabela 9.2). A macroporosidade, no solo não compactado, em relação ao ano anterior, diminuiu de 15,43 para 9,87% e de 11,46 para 9,57%, nas profundidades de 8 e 16 cm, respectivamente. No solo compactado a macroporosidade teve um pequeno aumento. Aumentou de 7,5 para 8,97%, de 3,58 para 4,52% e de 5,47 para 7,27% nas profundidades de 8, 16 e 24 cm, respectivamente.

A maior densidade e menor macroporosidade foram relacionadas com a resistência do solo à penetração (Fig.9.4). Como no ano anterior, no solo compactado a resistência à penetração foi elevada já a partir dos 8 cm de profundidade, evidenciando valores de até 10 MPa. No solo não

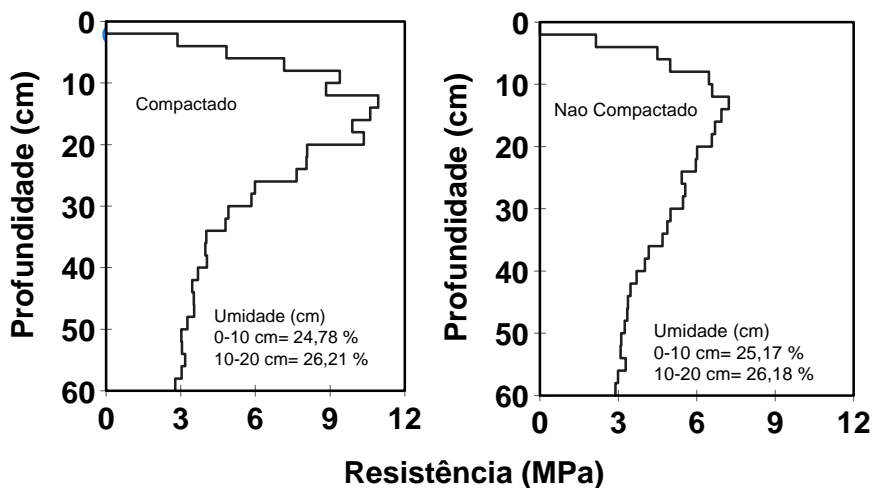


FIG. 9.4. Resistência à penetração de um solo submetido a duas condições de manejo (solo compactado e não compactado) no plantio direto. Ano 1997/98. Embrapa Soja. 1998.

compactado, a resistência máxima não ultrapassou os 7 MPa. Apesar desses valores terem sido mais elevados que os do ano anterior, em razão da forte influência que a umidade do solo tem sobre a resistência do solo à penetração, não se pode afirmar que ocorreu aumento da resistência em relação ao ano anterior.

Como no ano anterior, as maiores densidade e resistência no solo compactado afetaram negativamente o desenvolvimento radicular de todas as cultivares de soja. As cultivares menos afetadas foram Paraná e Br-4. Esta última, repetiu os resultados do ano anterior. As diferenças de desenvolvimento radicular, entre as duas condições de manejo, foram maiores nas profundidades superficiais, principalmente até os 25 cm.

A compactação afetou negativamente o desenvolvimento radicular e a produtividade das cultivares BR-16, Iguaçu, FT-2. A cultivar BR-4 apresentou desenvolvimento radicular semelhante nas duas condições de manejo, porém, também teve o seu rendimento prejudicado. Na variedade Paraná a produtividade, apesar de ter sido baixa, foi mais elevada no solo compactado.

O aumento da densidade global e da resistência do solo à penetração, evidenciou a tendência do plantio direto apresentar problemas de compactação nas camadas superficiais,

mesmo quando se fez a descompactação do solo antes da implantação do sistema. A intensidade e a evolução desse problema deverá ser melhor compreendida com o passar dos anos e com novas informações obtidas nesse experimento. Os resultados obtidos até o momento, evidenciaram que a compactação do solo no plantio direto, pode afetar a produtividade da soja, principalmente, se não forem tomados os cuidados necessários na implantação do sistema e que, apesar do bom comportamento do sistema radicular da cultivar BR-4, em alguns dos anos, todas as cultivares testadas tiveram sua produtividade reduzida pela compactação. A intensidade desse efeito foi associada à disponibilidade hídrica nos diferentes anos.



9.5 Sistema de Rotação de Espécies Perenes e Anuais para Recuperação Biológica de Latossolos Roxos Eutróficos e Integração Agropecuária, na Região Meridional (04.0.94.326-10)

Celso de Almeida Gaudencio

Latossolos roxos, eutróficos, textura argilosa de baixa atividade, com limitação de fósforo, em clima Cfa, de inverno moderadamente seco, na região Meridional do Brasil, ocupados por vários anos seguidos com

monocultura de soja, tem apresentado desagregação e decréscimo da capacidade produtiva. Estas condições de solo degradados e compactados tem dificultado o uso da semeadura direta e, portanto, dificultado também o controle mais efetivo da erosão. Os objetivos do trabalho são: recuperar o solo degradado, viabilizar a semeadura direta, aumentar o rendimento das culturas e promover a integração agropecuária, através da utilização de espécies perenes para cobertura vegetal e uso posterior de culturas anuais.

O ensaio esta sendo realizado em condições de campo, utilizando o método experimental de longa duração, em Londrina, PR, na sede do Centro Nacional de Pesquisa de Soja. O delineamento experimental é o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e quatro repetições. No período de 1986 e 1989, as parcelas principais foram constituídas por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Indigofera endecaphylla* e soja/trigo (semadura direta). Dessa forma tem-se três situações de solo recuperado por agentes biológicos ou manejo. A partir do verão de 1989, instalou-se, nas subparcelas, a rotação soja/aveia preta (cobertura vegetal), milho (precoce)/ girassol (precoce), soja/trigo, soja/trigo (quatro parcelas por repetição para ter-se a interação de efeito ano) e soja/trigo contínuos (uma parcela) O tratamento testemunha,

sem recuperação por espécies perenes, isto é, soja/trigo contínuo desde 1986. O sistema de implantação das culturas anuais foi o de semeadura direta.

Em dezembro de 1997, teve início um novo período de três anos (1997 a 2000), de recuperação física do solo por espécies forrageiras perenes, que possuem essa propriedade, em S1 a espécie perene utilizada é Tanzânia 1, em substituição a *Brachiaria brizantha* (usada de 1986 a 1989), em S2 as espécies implantadas são o consórcio das forrageiras Tanzânia 1 e Soja Perene, em substituição a leguminosa perene *Indigofera endecaphylla* (usada de 1996 a 1989). No sistema três (S3), sem recuperação por espécies perenes, continua o cultivo de culturas anuais, sucessão contínua de soja/trigo(testemunha) e rotação de culturas anuais, sendo que nesse caso, a sequência cultural também foi modificada, substituindo-se o girassol por milheto, isto é, soja/aveia preta, milho/milheto, soja/trigo, soja/trigo.

Em 1997/98, nas parcelas sem recuperação do solo por espécies perenes (S3) o maior efeito da rotação anual foi na terceira fase (3561 kg/ha), em relação a soja em monocultura desde 1986 (2861 kg/ha). Este fato mostra que o uso de duas gramíneas de inverno e uma de verão aumenta o rendimento de grãos da soja(Tabela 9.3).

O efeito do milho sobre o rendimento da soja, mostra que esta espécie utilizada para cobertura vegetal do solo pode substituir o girassol, já recomendado na mesma sequência cultural usada no período anterior. Convém ressaltar que esse efeito foi obtido no tratamento sem recuperação do solo por espécies perenes, mas deve ter tido a influência benéfica da rotação de culturas anuais (desde o verão de 1989) e do processo direto de implantação (desde de 1986).



9.6 Rotação de Culturas com a Soja, para a Recuperação Biológica de Latossolos Roxos Distróficos no Planalto Paranaense de Campo Mourão (04.0.94.326-11)

Celso de Almeida Gaudencio,
Joaquim Mariano Costa¹

Os latossolos roxos distróficos de textura argilosa no Planalto Parana-

TABELA 9.3. Rendimento de grãos de soja (kg/ha) em diferentes fases de rotação de culturas anuais. Experimento realizado em 1997/98, Londrina, PR. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1999.

Fases da rotação de culturas	Rendimento (kg/ha)	
S ₃ A	2863	100 ¹
S ₃ B	2883	101
S ₃ C	3561*	124
S ₃ E (Testemunha)	2861	100
CV%	11,9	

¹ Rendimento expresso em percentagem em relação à testemunha.

* Superior estatisticamente à testemunha pelo teste unilateral de Dunnett ao nível de 5% de significância.

S₃ = solo sem recuperação por espécies perenes no período de 1986 a 1989.

A = milho/girassol soja/trigo soja/trigo soja (primeira fase).

B = soja/aveia milho/girassol soja/trigo soja (quarta fase).

C = soja/trigo soja/aveia milho/milheto soja (terceira fase).

E = soja/trigo contínuo (testemunha).

ense de Campo Mourão, ocupados há vários anos com monocultura de soja, têm apresentado alterações com desagregação física e diminuição da capacidade produtiva. O objetivo da pesquisa é compor sistemas de rotação de culturas, usando espécies para cobertura vegetal como agentes biológicos, para recuperação do solo nos aspectos físicos e químicos e aumento no rendimento das culturas. Os trabalhos estão sendo realizados em condições de campo, utilizando o método experimental de longa duração. O ensaio foi iniciado em 1985, na Fazenda Experimental da Cooperativa Agropecuária Mourãoense (COAMO), em Campo Mourão, PR e tem cooperação técnica da mesma. O delineamento experi-

¹ Eng. Agrônomo da COAMO.

mental é o de blocos ao acaso, com quatro repetições. As diferentes combinações de rotação de culturas são relacionadas nas Tabelas 9.4 e 9.5.

Em 1997/98, o milho apresentou, em relação às demais combinações estudadas, rendimento superior nas rotações 8, 4 e 6, antecedidas

TABELA 9.4. Sistemas de rotação de culturas utilizados no ensaio a partir de 1993, terceiro ciclo das rotações. Embrapa Soja/COAMO. 1992.

Tratamento	A n o			
	1993	1994	1995	1996
01	Canola-d/milho-c	Nabo-d/milho-d	Trigo-d/soja-d	Trigo-d/soja-d
02	Canola-d/milho-c	Aveia-d/milho-d	Trigo-d/soja-d	Trigo-d/soja-d
03	Canola-d/milho-c	Nabo-d/soja-d	Trigo-d/soja-d	Trigo-d/soja-d
04	Tremoço-d/milho-c	Aveia-d/soja-d	Trigo-d/soja-d	Trigo-d/soja-d
05	Canola-d/ml+ mc-c	Trigo-d/soja-d	Trigo-d/soja-d	Trigo-d/soja-d
06	Tremoço-d milho-c	Milheto-d/soja-d	Trigo-d/soja-d	Trigo-d/soja-d
07	Canola-d/ml+ gn	Trigo-d/soja-d	Trigo-d/soja-d	Trigo-d/soja-d
08	Tremoço-d/milho-c	Mt+ gn-d/milho-d	Trigo-d/soja-d	Trigo-d/soja-d
09	Canola-d/soja-c	Nabo-d/soja-d	Trigo-d/soja-d	Trigo-d/soja-d
10	Aveia-d/soja-c	Aveia-d/soja-c	Trigo-d/soja-d	Trigo-d/soja-d
11	Trigo-d/soja-c	Trigo-d/soja-d	Trigo-d/soja-d	Trigo-d/soja-d
12	Trigo-d/soja-d	Trigo-d/soja-d	Trigo-d/soja-d	Trigo-d/soja-d

c = preparo do solo convencional; d = semeadura direta; ML+ gn = consórcio de milho e guandu; ML+ mc = consórcio de milho e mucuna; Mt+ gn = Consórcio de milheto e guandu.

TABELA 9.5. Sistemas de rotação de culturas utilizados no ensaio a partir de 1997, quarto ciclo das rotações, sob semeadura direta. Embrapa Soja/COAMO. 1996.

Tratamento	A n o			
	1997	1998	1999	2000
01	Canola/milho	Nabo/milho	Trigo/soja	Trigo/soja
02	Canola/milho	Aveia/milho	Trigo/soja	Trigo/soja
03	Canola/milho	Nabo/soja	Trigo/soja	Trigo/soja
04	Tremoço/milho	Aveia/soja	Trigo/soja	Trigo/soja
05	Canola/ml+ mc	Trigo/soja	Trigo/soja	Trigo/soja
06	Tremoço/milho	Milheto/soja	Trigo/soja	Trigo/soja
07	Canola/ml+ gn	Trigo/soja	Trigo/soja	Trigo/soja
08	Tremoço/milho	Mt+ gn/milho	Trigo/soja	Trigo/soja
09	Canola/soja	Nabo/soja	Trigo/soja	Trigo/soja
10	Aveia/soja	Aveia/soja	Trigo/soja	Trigo/soja
11	Trigo/soja	Trigo/soja	Trigo/soja	Trigo/soja
12	Trigo/soja	Trigo/soja	Trigo/soja	Trigo/soja

d = semeadura direta contínua,

por tremoço. Ressalta-se que nos tratamentos 1, 2, 3, 5 e 7, o milho foi precedido por canola (Tabela 9.6).

Após as culturas de verão de 1998, foi feita uma amostragem especial para análise química do solo, em quatro profundidades (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm e 30-40 cm), para estudar o efeito da cobertura vegetal de aveia preta (não adubada) com relação a estas variáveis. Independentemente da profundidade da amostragem, foram contatados teores menores de P no solo no tratamento 10- aveia/soja aveia/soja trigo/soja trigo/soja, em relação a monocultura trigo/soja 11 e 12. A explicação para isso, é que o trigo foi adubado todos anos, nesses dois últimos casos, enquanto no sistema 10, a cada ciclo de quatro anos, dois anos são cultivados com aveia preta não adubada. No caso do K, as diferenças observadas foram pequenas, devido possivelmente, a maior reciclagem desse elemento na sucessão com aveia preta (não adubada), além de outras influências, uma vez que os teores desse elemento estavam no mesmo nível do que o encontrado nos sistemas com maior número de adubações químicas. Quanto ao Ca e Mg, parece não ter

TABELA 9.6. Rendimento do milho (kg/ha), em diferentes sistemas de rotação de culturas, segunda fase do quarto ciclo do experimento, realizado em 1997/98, na Fazenda Experimental da COAMO. Embrapa Soja/COAMO. Londrina, PR. 1999.

Tratamento	Rendimento do milho (kg/ha)
8	6876 a ¹
4	6830 a
6	6781 a
7	5965 b
1	5865 bc
5	5824 bc
3	5775 bc
2	5500 c
CV %	3,7

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

havido reciclagem e aumento de teores nas camadas mais profundas do solo, pelo uso da aveia preta na rotação de inverno. Do mesmo modo para V%, Al %, CTC e C, não foi observado efeito da aveia preta nas diferentes profundidades (Tabela 9.7).

Com o mesmo objetivo da análise do solo, foi feita análise de tecido das folhas da soja implantada em 1997/98. Embora com diferenças pequenas, no tratamento 10, com aveia preta, houve teores mais elevados de Ca e Mg na soja, em relação ao observado nos tratamentos 9, 11 e 12. Isso pode estar ligado a reciclagem pela aveia preta, desses elementos numa forma mais aproveitável pela soja, no complexo de troca do solo,

TABELA 9.7. Elementos químicos do solo em amostras estratificadas de solo, coletados após as culturas de verão de 1998, em quatro profundidades, em sistemas de rotação e sucessão de culturas. Ensaio conduzido na Fazenda Experimental da COAMO, Campo Mourão, PR. Embrapa Soja/COAMO.1999. Londrina, PR. 1999.

Tratamentos	Elemento químico	Profundidade da coleta de solo			
		0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 30cm	30 - 40 cm
10	P (mg/dm ³)	11,0	5,2	1,9	1,6
11		18,7	7,2	3,0	2,3
12		27,8	6,7	2,9	3,0
10	K (cmol _c /dm ³)	0,34	0,24	0,17	0,14
11		0,39	0,25	0,20	0,17
12		0,35	0,22	0,19	0,19
10	Ca (cmol _c /dm ³)	2,86	2,31	1,65	1,75
11		3,14	2,58	1,91	1,49
12		3,43	2,30	1,69	2,01
10	Mg (cmol _c /dm ³)	1,39	1,02	0,77	0,86
11		1,76	1,21	0,89	0,81
12		1,65	1,07	0,81	0,99
10	V %	44,93	36,58	31,57	34,47
11		52,68	39,84	33,74	33,36
12		52,43	38,56	33,25	38,04
10	Al %	3,05	8,18	12,86	7,13
11		0,00	5,58	6,65	5,59
12		0,00	4,80	5,67	2,05
10	CTC (cmol _c /dm ³)	10,19	9,72	8,18	7,98
11		10,08	10,04	8,87	7,40
12		10,36	9,29	8,08	8,34
10	C (g/dm ³)	21,2	19,5	17,7	15,5
11		20,5	20,2	16,7	14,7
12		22,7	20,5	17,2	16,5

10 = rotação aveia preta/soja aveia preta/soja trigo/soja trigo soja, desde de 1985, sendo que aveia preta destinada para cobertura do solo não é adubada.

11 e 12 = monocultura de soja/trigo desde de 1985, sendo que no 12 a implantação foi em semeadura direta desde o cultivo de verão 1985/86.

pela produção coloidal de material orgânico mais ativo e/ou pelas relações com K reciclado pela aveia preta (Tabela 9.8).

TABELA 9.8. Análise química de tecido, em amostragem de folhas de soja, em diferentes sistemas de rotação e sucessão de culturas. Ensaio conduzido na Fazenda Experimental da COAMO, Campo Mourão, PR. Embrapa Soja/COAMO. Londrina, PR. 1999.

Rotação e sucessão de culturas	Elemento químico	
	Ca (cmol _c /dm ³)	Mg (cmol _c /dm ³)
09	9,80	3,67
10	10,00	4,05
11	9,95	3,87
12	9,55	3,57

09 = canola/soja nabo/soja trigo/soja trigo/soja desde de 1993.

10 = aveia preta/soja aveia preta/soja trigo/soja trigo soja, desde de 1985, sendo que aveia preta destinada para cobertura do solo não foi adubada.

11 e 12 = monocultura de soja/trigo desde de 1985, sendo que no 12 a implantação foi em semeadura direta desde o cultivo de verão 1985/86.



9.7 Rotação de Culturas com a Soja, para a Recuperação Biológica de Latossolos Roxos Eutróficos, no Norte do Paraná (04.0.94.326-13)

Celso de Almeida Gaudencio

Latossolos roxos eutróficos, textura argilosa de baixa atividade, em clima Cfa, de inverno moderadamente seco, no Norte do Paraná, ocupados por vários anos seguidos com monocultura de soja, têm apresentado desagregação e decréscimo da capacidade produtiva. Essas condições de solos degradados e compactados têm inviabilizado a semeadura direta e, portanto, um controle mais efetivo da erosão. O objetivo da pesquisa é compor sistemas de rotação de culturas, utili-

zando gramínea e crucífera (leguminosa) de inverno, como espécies para cobertura vegetal, para recuperar biologicamente o solo nos seus atributos físicos e químicos, maximizar o rendimento da soja e de outros produtos agrícolas e reduzir a ocorrência de doenças na cultura do trigo, em especial as podridões do sistema radicular e *Pyrenophora tritici repentis*, na parte aérea

O ensaio está sendo realizado na sede do Centro Nacional de Pesquisa de Soja, em Londrina, PR. É constituído por três experimentos, sendo um iniciado em 1984, outro em 1985 e o terceiro em 1986. As espécies vegetais que compõem os diferentes sistemas de rotação de culturas, são relacionadas nas tabelas 9.9 e 9.10.

TABELA 9.9. Sequência cultural do primeiro e do segundo ciclo da rotação de culturas. Embrapa Soja/IAPAR. Londrina, PR. 1984.

Nº	Sequência cultural			
	1ª Fase	2ª Fase	3ª fase	4ª Fase
01	Trigo/Soja	Trigo/Soja	Trigo/Soja	Trigo/Soja
02	Aveia/Soja	Trigo/Soja	Aveia/Soja	Trigo/Soja
03	Tremoço/Milho	Aveia/Soja	Trigo/Soja	Trigo/Soja
04	Tremoço/Milho	Trigo/Soja	Trigo/Soja	Trigo/Soja
05	Tremoço/Milho	Trigo/Soja	Tremoço/Milho	Trigo/Soja
06	Aveia/Soja	Aveia/Soja	Aveia/Soja	Trigo/Soja
07	Tremoço/Milho	Aveia/Soja	Aveia/Soja	Trigo/Soja
08	Tremoço/Milho	Tremoço/Milho	Aveia/Soja	Trigo/Soja

TABELA 9.10. Sequência cultural do terceiro e do quarto ciclo da rotação de culturas. Embrapa Soja/IAPAR. Londrina, PR. 1993.

Nº	Sequência cultural			
	1ª Fase	2ª Fase	3ª fase	4ª Fase
01	Trigo/Soja	Trigo/Soja	Trigo/Soja	Trigo/Soja
02	Aveia/Soja	Trigo/Soja	Aveia/Soja	Trigo/Soja
03	Nabo/Milho	Aveia/Soja	Trigo/Soja	Trigo/Soja
04	Nabo/Milho	Trigo/Soja	Trigo/Soja	Trigo/Soja
05	Nabo/Milho	Trigo/Soja	Nabo/Milho	Trigo/Soja
06	Aveia/Soja	Aveia/Soja	Aveia/Soja	Trigo/Soja
07	Nabo/Milho	Aveia/Soja	Aveia/Soja	Trigo/Soja
08	Nabo/Milho	Nabo/Milho	Aveia/Soja	Trigo/Soja

O delineamento experimental é o blocos ao acaso, com quatro repetições, oito sistemas de rotação de culturas, comuns aos três experimentos iniciados em três anos sucessivos, para se ter o efeito do ano.

O sistema de implantação, do primeiro ao terceiro ciclos da rotação de culturas, foi o de semeadura direta e no oitavo cultivo, de cada ciclo da rotação de quatro anos, foi feito preparo mínimo (escarificador cruzador, sem

uso de grade), com a finalidade de descompactar o solo. No quarto ciclo o sistema utilizado foi o de semeadura direta contínua.

Na quarta fase do terceiro ciclo não foi observado diferença estatística entre os oito sistemas estudados em 1995/96, 1996/97 e 1997/1998. Mas, na média dos três anos agrícolas, o mais alto rendimento foi obtido no sistema 6 (Tabela 9.11).

TABELA 9.11. Rendimento da soja (kg/ha) em diferentes seqüências de culturas. Quarta fase do terceiro ciclo da rotação de culturas, experimentos realizados em 1995/95, 1996/97 e 1997/98 Londrina, PR. Embrapa Soja. 1999.

Seqüência cultural	1995/96	1996/97	1997/98	Média	
				(kg/ha)	%
01	3326 ns	3220 ns	3323ns	3290	100
02	3369	3137	3534	3347	102
03	3512	3056	3507	3358	102
04	3052	3037	3726	3272	99
05	2758	3119	3420	3099	94
06	3538	3262	3701	3500	106
07	2964	3099	3631	3231	98
08	3239	3060	3896	3398	103
CV%	11,1	7,4	8,9		

ns = não significativo.

Resultados da primeira fase do quarto ciclo, na média de 1996/97 e 1997/98, em valores absolutos, mostraram que nos tratamentos 2 (3400 kg/ha) e 6 (3420 kg/ha), a soja apresentou rendimento superior à testemunha (3321 kg/ha) (Tabela 9.12).

Na segunda fase do quarto ciclo das rotações, em 1997/98, a soja apresentou rendimento superior na

rotação 3, sem contudo diferir da 6 e 7, mas superior as combinações 2, 4 e a monocultura 1 (tabela 9.13).

Os resultados, apesar do efeito do ano, mostram ser freqüente a influência positiva da aveia preta ou do tremoço(ou nabo)/milho no incremento de rendimento da soja, o que confirma as hipóteses levantadas. Os resultados mostram, tam-

TABELA 9.12. Rendimento da soja (kg/ha) em diferentes seqüências de culturas. Primeira fase do quarto ciclo da rotação de culturas, experimentos realizados em 1996/97 e 1997/98, Londrina, PR. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1999.

Seqüência cultural	Rendimento (kg/ha)		
	1996/97	1997/98	Média
01	3028 ns 100	3615 ns 100	3321
02	3294 109	3506 97	3400
06	3195 106	3645 101	3420
CV %	5,0	8,9	

ns = não significativo.

TABELA 9.13. Rendimento da soja (kg/ha) em diferentes seqüências de culturas. Segunda fase do quarto ciclo da rotação de culturas, experimento realizado em 1997/98, Londrina, PR. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1999.

Seqüência de culturas	Rendimento (kg/ha)
01	3031 c ¹
02	2995 c
03	3991* a
04	3183 c
05	3361 bc
06	3609* ab
07	3726* ab
CV%	8,0

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

* Médias seguidas por asterisco é superior a testemunha pelo teste unilateral de Dunnett a 5% de probabilidade.

bém, sem erro de conclusão, que esse efeito sobre o rendimento da soja é longo.

Para cultura do milho, na primeira fase do quarto ciclo das rotações, em 1996/97 os resultados são semelhantes ao obtido no terceiro ciclo, sendo que o mais alto rendimento do milho foi obtido no sistema 8. Mas, em 1997/98, as rotações de rendimentos superior foram a 4 e 5, sem diferir da 3 e 8, mas superior a 7 (Tabela 9.14).

TABELA 9.14. Rendimento do milho (kg/ha) em diferentes seqüências de culturas. Primeira fase do quarto ciclo da rotação de culturas, experimentos realizados em 1996/97 e 1997/98, Londrina, PR. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1999.

Seqüência cultural	Rendimento		Média
	1996/97	1997/98	
03	5550 ns	5846 ab	5698
04	5890	6043 a	5966
05	5772	6210 a	5991
07	5649	4982 b	5315
08	6291	5367 ab	5829
CV%	15,9	10,7	

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

9.8 Validação de Tecnologia em Manejo do Solo (04.0.94.326-15)

Freqüentemente, a prática de uma agricultura intensiva tem sido vinculada à degradação dos solos. Genericamente, a degradação do solo implica na compactação, na perda de fertilidade natural, na perda de matéria orgânica e na erosão. O estudo do manejo do solo, através do uso correto de equipamentos, da

manutenção e da recuperação de fertilidade, do manejo de restos ou resíduos vegetais e da adubação verde, torna-se uma prioridade. Os resultados de pesquisa nessas áreas



têm se mostrado os mais difíceis de serem transferidos aos agricultores através da extensão rural e da assistência técnica. A adoção de um manejo adequado do solo, consequentemente, tem sido um dos maiores problemas nos programas de difusão. Isso, provavelmente, devido à sua complexidade e ao retorno econômico somente a longo prazo e, também, por estar condicionado a uma mudança de atitude dos agricultores.

O objetivo desse trabalho é testar as tecnologia e os resultados de pesquisa que ainda necessitem ser observados, quando em interação com as demais práticas recomendadas, em solo e microclima de diferentes regiões e sob o gerenciamento de técnicos e agricultores.

9.8.1 Acompanhamento da agregação de Latossolo vermelho escuro distrófico, fase arenosa, no sistema de rotação de culturas anuais e pastagem, em semeadura direta, Sertaneja, PR

Celso de Almeida Gaudencio,
José Enrique Abreo Rodríguez¹,
Gedi Jorge Sfredo

O trabalho foi iniciado em 1994, na Fazenda Lagoa Serena, Sertaneja Pr, em área com solo de textura média, degradado por lavoura, com teor de argila variando de 12% a

30%. Está sendo realizado em cooperação técnica com o GRETA-Grupo Regional de Empresas e Tecnologias. O objetivo do trabalho é, através do uso do processo de cultivo rotação de lavoura e pastagem, de forma planejada, a médio e longo prazos, usando preparo convencional e mínimo seguido por semeadura direta contínua, tornar a propriedade rural produtiva e difundir o uso da rotação no meio rural.

No presente trabalho, está sendo possível observar, ao nível de propriedade, os reflexos positivos de sistema misto na melhoria geral da capacidade produtiva do solo, em especial nos aspectos físicos e químicos. Nesse processo de recuperação do solo, as culturas anuais serão implantadas em solo corrigido e adubado, com o objetivo de se obter a adequação química do solo. O sistema é constituído de espécies anuais destinadas à produção de grãos e espécies vegetais com duplo propósito, isto é, cobertura vegetal, como agente recuperador do solo e também destinadas à produção de forragem no período de inverno, para pastoreio direto dos animais, na seqüência apresentada na tabela 9.15 (implantado do sistema convencional em 1994/95 e semeadura direta nos demais). Após o período de lavoura, será implantado pastagem por um período de quatro anos, para melhoria do solo nos aspectos físicos.

¹ Eng. Agrônomo do GRETA, Londrina, PR.

TABELA 9.15. Modelo piloto de rotação de culturas anuais e pastagens. Fazenda Lagoa Serena, Sertaneja, PR. Embrapa Soja/GRETA.

Piquete	94/95		95/96		96/97		97/98	
	V	I	V	I	V	I	V	I
01	Soja/Aveia		Tanzânia		Tanzânia		Tanzânia	
02	Pousio/Aveia		Brizantha ²		Brizantha ²		Brizantha ²	
03	Pousio/Aveia		Pousio/Aveia		Brizantha ¹		Brizantha ²	
04	Pousio/Aveia		Brizantha ²		Brizantha ²		Brizantha ²	
05	Soja/Aveia		Milho/Milheto		Soja/Aveia		Milho/Milheto	
06	Milho/Milheto		Soja/Aveia		Milho/Milheto		Soja/Aveia	

V = Verão; I = Inverno.

¹Adubação incorporada; ²Sem adubação.

Os resultados médios de agregados estáveis em água, em amostras coletadas em 1994 e 1997 (Tabela 9.16), mostram que os piquetes 1, 2, 3 e 4, onde foram implantadas pastagens, apresentaram maiores valores em 1997 do que em 1994. O mesmo foi observado no piquete 7, com pastagem contínua, em que os valores de agregados estáveis em água apresentaram percentuais altos em 1994 e 1997. Isto fica claro no piquete 4, quando a formação de pastagem em 1995, melhorou o percentual de agregação do solo, como indicam os resultados a seguir: a) 0 - 10 cm de profundidade, com 29,53 % em 1994 e 76,97 % em 1997; b) 10 - 20 cm de profundidade com 47,97 % em 1994 e 77,39 % em 1997. O mesmo deve ter acontecido nos piquetes 1, 2, e 3 (após sua divisão). Já no tratamento 7, onde a pastagem é contínua a agregação do solo se apresenta alta e

inalterada. Nos piquetes 5 e 6, em solos com lavouras a partir de 1994/95, a agregação é menor, indicando que os solos estão fisicamente degradados pelo cultivo contínuo de espécies anuais. Mas, em 1998, após quatro anos de lavoura sob rotação de culturas e semeadura direta, os agregados estáveis do solo tiveram valores mais altos, que nos anos anteriores, exceto no piquete 5, que apresentou, acentuado decréscimo nos agregados estáveis, na profundidade de 10-20 cm, o que pode ser um alerta para o limite de anos de lavouras em solos com essa textura. Há necessidade de repetição em 1999, na análise do estado de agregação do solo. No solo sob pastoreio, os valores altos de agregados estáveis, nas duas profundidades amostradas, são uma forte indicação de que as gramíneas perenes exercem ação biológica na recuperação e na melhoria das características

físicas desses solos desestruturados pelo uso agrícola convencional (Tabela 9.16).

9.8.2 Plano Piloto de Pesquisa e Validação de Rotação de Culturas na Área de Produção da FAPA. FAPA/Embrapa Soja

Celso Wobeto¹, Celso de Almeida Gaudencio,
Sandra Vieira¹

O plano piloto de pesquisa e validação de rotação de culturas na área de produção da FAPA, esta sendo conduzido na Estação Experimental da Agrária, em Guarapuava, PR, a partir do inverno de 1996. Visa dar continuidade, ao nível de lavoura, ao trabalho de pesquisa que o Centro Nacional de

Pesquisa de Soja vem desenvolvendo na referida região, desde 1981.

O objetivo do trabalho é implantar o processo de rotação de culturas, a médio e longo prazos, ao nível de propriedade, e colher informações nos seguintes aspectos: a) os reflexos sobre as características físicas e químicas do solo; b) diversificação de forma planejada a atividade rural; c) utilizar a cobertura vegetal do solo; d) aumentar a eficiência da semeadura direta; e) identificação de problemas dentro do enfoque sistêmico; e f) validar e difundir o processo.

Os sistemas escolhidos são de quatro anos e implantados sob semeadura direta. Estão sendo testados três

TABELA 9.16. Percentagem média de agregados estáveis do solo (soma das peneiras 6,35mm, 4,00mm e 2,00mm), em amostras coletas em duas profundidades em 1994, 1997 e 1998, em diferentes sistemas de uso do solo. Fazenda Lagoa Serena, Sertaneja, PR. Embrapa Soja/GRETA. Londrina, PR. 1999.

Profundidade	Uso do solo/Piquetes						
	Formação de pastagem				Lavoura		Pastagem
	1	2	3	4	5	6	7
..... 1994.....							
0-10 cm				29,53	22,15		94,08
10-20 cm				47,97	31,08		81,3
..... 1997.....							
0-10 cm	87,68	90,39	92,21	76,97	37,17	19,36	96,13
10-20 cm	74,15	77,19	76,57	77,39	31,30	8,83	82,00
..... 1998.....							
0 -10 cm	93,67	90,79	83,64	90,51	47,99	62,59	
10-20 cm	84,76	79,83	60,05	75,22	17,71	41,53	

¹ Eng. Agrônomo da Agrária, Guarapuava. PR.

sistemas de rotação de culturas, aveia grão, cevada e trigo, todas implantadas após a cultura do milho, em comparação com a monocultura de cevada e soja (Tabela 9.17) a partir de 1998. Coube a FAPA: a) conduzir as lavou-
ras, conforme o planejado; b) avaliar de forma expedita, o comportamento das culturas usadas nos sistemas; c) levantar as dificuldades na condução dos sistemas; d) aprimorar o manejo das culturas, dos restos culturais e das espécies destinadas à cobertura vegetal do solo; e) liderar a demonstração dos campos; e f) coordenar a difusão dos resultados para técnicos e agricultores.

É responsabilidade da Embrapa Soja monitorar pontos previamente escolhidos, quanto às características químicas e físicas do solo e, apoiar as atividades de difusão organizados pela FAPA.

Em 1996, foi iniciada a coleta de amostras de solo das características físicas e químicas, para constituição de banco de dados inicial, com objetivo de monitoramento das áreas, constituindo-se de processos iniciais para a agricultura de precisão. A coleta de amostra do solo terá continuidade de 1997 a 1999. O planejamento foi modificado em 1997, para se obter maior número de informações e servir para outros trabalhos com a finalidade de refinar a tecnologia de modelos sistêmicos.

Nas Tabelas 9.18 e 9.19 são apresentados uma sinopse da análise de física do solo, em amostras coletadas em 1996, 1997 e 1998. As determinações de estabilidade de agregados do solo indicam percentuais elevados nos talhões 3, 4 A, 9, 15 e 16. Isso são indicações do manejo adequado do solo e das culturas nessas áreas agrícolas. Ao contrário nos talhões 4 B e 7 B, 11A e 14, os percentuais de agregados do solo foram os mais baixos. A maior agregação do solo na profundidade de 10-20 cm do que a encontrada na profundidade de 0-10 cm, em alguns casos, precisa ser melhor investigada. Nas determinações de macroporosidade os mais baixos percentuais foram observados nos talhões 11A (na determinação de 1996)e 1. Nos campos 4A, 7A e 10B a densidade aparente foi baixa, sendo uma indicação do bom estado físico do solo.

A análise química do solo, no ponto de monitoramento, apresentou os teores mais baixos de P nos campos 3, 9 A, na profundidade de 0-10 cm, e nos campos 1, 9 A e 16 e, na coleta de 10-20 cm. Nos campos com baixo P a percentagens de saturação de base também se apresentaram baixas (Tabela 9.20).

Na análise química de amostras compostas o P foi baixo nos seguintes campos: 3, 9 A 0-10 cm e 6, 7 A (na amostragem de 1996), 8 A, 8 B, 9 A e 14 10-20 cm (Tabelas 9.21 e 9.22).

TABELA 9.17. Plano piloto de rotação de culturas, na área de produção da FAPA. FAPA/Embrapa Soja. Guarapuava, PR. 1998.

Região	Rotação		Ano						
	Campo		98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
A	Oster	1	AV/SJ	TR/SJ	CV/SJ	*/ML	AV/SJ	TR/SJ	CV/SJ
	15	2	TR/SJ	CV/SJ	AV/SJ	*/ML	TR/SJ	CV/SJ	AV/SJ
	11 B e 16(Pedreira)	3	CV/SJ	AV/SJ	TR/SJ	*/ML	CV/SJ	AV/SJ	TR/SJ
B	17 (GUMPL)	1	*/ML	AV/SJ	TR/SJ	CV/SJ	*/ML	AV/SJ	TR/SJ
	14 (PLETZ)	2	*/ML	TR/SJ	CV/SJ	AV/SJ	*/ML	TR/SJ	CV/SJ
	2 e 11 A	3	*/ML	CV/SJ	AV/SJ	TR/SJ	*/ML	CV/SJ	AV/SJ
C	8 B	1	CV/SJ	*/ML	AV/SJ	TR/SJ	CV/SJ	*/ML	AV/SJ
	7 B e 6	2	AV/SJ	*/ML	TR/SJ	CV/SJ	AV/SJ	*/ML	TR/SJ
	8 A, 1	3	TR/SJ	*/ML	CV/SJ	AV/SJ	TR/SJ	*/ML	CV/SJ
D	3, 4 B e 7 C	1	TR/SJ	CV/SJ	*/ML	AV/SJ	TR/SJ	CV/SJ	*/ML
	9 A e 4 A	2	CV/SJ	AV/SJ	*/ML	TR/SJ	CV/SJ	AV/SJ	*/ML
	10 b	3	AV/SJ	TR/SJ	*/ML	CV/SJ	AV/SJ	TR/SJ	*/ML
7 A Testemunha			Cevada/soja contínua						

Rotação 1: */milho aveia/soja trigo/soja cevada/soja.

Rotação 2: */milho trigo/soja cevada/soja aveia/soja.

Rotação 3: */milho cevada/soja aveia/soja trigo/soja.

Testemunha: comparação unilateral com cevada no inverno e soja no verão.

AV= aveia branca para grãos; CV = cevada; ML = milho; SJ = soja; TR = trigo.

* pré-cultura do milho (nabo ou consórcio do nabo com ervilhaca).

TABELA 9.18. Resultados de análise de estabilidade de agregados do solo, em duas profundidades, após as culturas de verão, em diferentes regiões (fases) e rotação de culturas, em diferentes campos, na área de produção da FAPA, Guarapuava,PR. FAPA/Embrapa soja. Londrina, PR. 1999.

Região	Rot	Campo	Estabilidade de agregados (%)		Média
			0 - 10 cm	10 - 20 cm	
A	1	Oster a ⁴	97,36	91,33	94,34
	1	Oster b ⁴	98,26	95,07	96,66
	1	Oster c ⁴	97,79	90,75	94,24
	2	15 ²	82,07	91,48	86,77
	2	15 a ⁴	98,55	99,03	98,79
	2	15 b ⁴	98,83	98,72	98,27
	2	15 c ⁴	98,15	97,61	97,88
	3	11B a ⁴	97,39	88,91	93,15
	3	11B b ⁴	98,02	94,71	96,36
	3	11B c ⁴	96,13	93,23	94,68
	3	16 a ⁴	99,40	99,10	99,25
	3	16 b ⁴	98,58	98,55	98,56
	3	16 c ⁴	98,89	98,72	98,80

Continua...

Região	Rot	Campo	Estabilidade de agregados (%)		Média
			0 - 10 cm	10 - 20 cm	
...Continuação					
B	2	14 ²	73,95	61,57	67,76
	3	11 ^{A3}	87,34	77,01	82,17
C	1	8B a ⁴	96,56	77,81	87,18
	1	8B b ⁴	98,64	94,89	96,76
	1	8B c ⁴	97,65	95,12	96,38
	2	7B ²	78,39	82,15	80,27
	2	7B a ⁴	96,24	97,55	96,89
	2	7B b ⁴	94,23	94,60	94,41
	2	7B c ⁴	97,52	96,20	96,86
	3	8 ^{A3}	93,11	82,06	87,58
	3	8A a ⁴	98,03	95,67	96,85
	3	8A b ⁴	97,48	78,76	88,12
	3	8A c ⁴	96,55	86,83	91,69
D	1	3 ³	95,31	93,38	93,34
	1	3 a ⁴	97,72	97,30	97,51
	1	3 b ⁴	98,05	97,70	97,87
	1	3 c ⁴	92,47	95,81	94,14
	1	4B ³	80,55	78,55	79,55
	1	7C ²	93,77	69,09	81,43
	1	7C a ⁴	99,06	91,79	95,42
	1	7C b ⁴	99,17	98,57	98,87
	1	7C c ⁴	98,82	91,51	95,16
	2	9 ^{A3}	92,31	92,00	92,15
	2	9A a ⁴	97,85	94,41	96,13
	2	9A b ⁴	97,75	90,99	94,37
	2	9A c ⁴	99,06	92,91	95,98
	2	4 ^{A3}	97,51	95,25	96,38
	2	4 ^A a ⁴	99,15	95,70	97,42
	2	4 ^A b ⁴	98,35	97,10	97,93
	2	4A c ⁴	98,56	97,51	98,03
	3	10B ³	82,89	80,89	81,89
	3	10B a ⁴	96,12	89,89	93,00
	3	10B b ⁴	89,53	80,41	84,97
	3	10B c ⁴	98,81	97,83	98,32
Testemunha		7 ^{A2}	85,12	81,93	83,52
		7A a ⁴	97,09	95,68	96,38
		7A b ⁴	97,83	97,80	97,81
		7A c	96,07	91,76	93,91

¹Soma das peneiras 6,35, 4,00 e 2,00mm; ²Amostrade solo coletas em 16-04-96; ³Amostras coletadas em 12-05-97; ⁴Amostras de solo coletas em 13-05-98; a, b e c = pontos de coletas (a = é o ponto fixo de monitoramento e, b c = pontos extras). 14 = Pletz; 15 = Gerber; 16 = Pedreira e 17 = Gumpel.

TABELA 9.19. Resultados de análise física do solo, em amostras coletadas em pontos fixos de monitoramento, em duas profundidades, após as culturas de verão, em diferentes regiões (fases), rotações de culturas e campos, na área de produção da FAPA, Guarapuava, PR. FAPA/Embrapa Soja. Londrina, PR. 1999.

Região	Rot	Campo	Macroporosidade (%) ¹		Densidade aparente (g/cm ³)	
			8 cm	16 cm	8 cm	16 cm
A	1	Oster a ⁴	13,83	11,28	1,15	1,13
	2	15 ²	10,22	11,74	1,19	1,10
	2	15 a ⁴	17,77	14,96	1,10	1,14
		11B ²	10,17	7,73	1,21	1,24
	3	11B a ⁴	10,67	9,33	1,18	1,18
		16 a ²	15,49	15,95	1,17	1,16
	3	16 a ⁴	11,30	10,53	1,13	1,04
B	1	17 ²	15,52	12,87	1,13	1,17
	2	14 ²	12,48	13,26	1,20	1,06
	3	2 ²	12,57	12,29	1,12	1,09
		11A ²	6,87	7,73	1,18	1,19
	3	11A ³	19,08	12,66	1,10	1,13
C		8B ²	11,90	9,00	1,19	1,11
	1	8B a ⁴	11,16	12,82	1,22	1,17
	2	6 ²	14,24	7,63	1,20	1,25
	2	7B ²	11,93	11,19	1,11	1,09
	2	7B a ⁴	10,24	11,02	1,11	1,03
	2	7B b ⁴	14,33	11,54	1,11	1,10
	3	1 ²	9,64	8,60	1,20	1,14
	3	8A ²	14,25	9,30	1,15	1,18
	3	8A a ⁴	14,21	16,93	1,09	1,00
D	1	3 ³	14,95	14,79	1,13	1,09
	1	3 a ⁴	10,98	8,25	1,15	1,17
	1	4B ³	14,64	11,47	1,13	1,01
	1	7C ²	11,87	13,76	1,28	1,11
	1	7C a ⁴	13,20	9,48	1,21	9,48
	2	9A ³	18,64	13,23	1,08	1,05
	2	9A a ⁴	9,35	10,85	1,13	1,02
	2	4A ³	15,91	13,16	1,03	0,98
	2	4A a ⁴	11,20	10,07	1,06	1,07
	3	10B ³	15,63	18,91	1,10	0,97
	3	10B a ⁴	10,45	14,99	1,14	0,97
Testemunha		7A ²	17,36	13,04	1,06	1,07
		7A a ⁴	11,55	10,08	1,16	1,08
		7A b ⁴	13,40	9,97	1,19	1,17
		7A c				

¹Macroporosidade corrigida; ²Amostras de solo coletadas em 16-04-96; ³Amostras coletadas em 12-05-97;

⁴Amostras de solo coletadas em 13-05-98; 14 = Pletz; 15 = Gerber; 16 = Pedreira e 17 = Gumpel.

TABELA 9.20. Resultados de análise química do solo, em amostras coletadas em pontos fixos de monitoramento, em diferentes regiões (fases) e rotações de culturas e diferentes campos de produção da FAPA, Guarapuava, PR. FAPA/Embrapa Soja. Londrina, PR. 1999.

Região	Rot	Campo	Elemento químico									
			Al	K	Ca	Mg	H+Al	S	CTC	Al	V	C
						cmol/dm ³				%		g/dm ³
..... 0 - 10 cm												
A	1	Oster*	0,03	0,45	4,52	1,68	7,42	6,65	14,07	0,44	47,26	30,9
	2	15	0,00	0,42	6,08	2,16	4,15			0,00		2,75
	3	11B	0,00	0,45	6,31	3,14	5,34			0,00		3,10
	3	16	0,13	0,25	3,67	1,24	7,75			2,45		2,63
B	1	17	0,19	0,38	4,45	1,42	8,35			2,95		3,13
	2	14	0,00	0,27	4,45	1,68	5,46			0,00		2,35
C	1	8B	0,15	0,47	4,53	1,81	8,35			2,15		3,04
	2	7B	0,11	0,38	4,70	2,12	8,17			1,50		3,21
	2	6	0,04	0,53	5,89	1,98	6,99			0,47		2,76
	3	8A	0,14	0,44	4,74	1,89	8,54			1,94		3,33
	3	1	0,00	0,44	7,23	2,12	6,25			0,00		3,43
D	1	3	0,33	0,43	3,94	0,97	9,84	5,34	15,18	5,82	35,18	33,6
	2	9A	0,04	0,44	6,13	2,70	6,83	9,27	16,10	0,42	57,58	31,0
	2	4 ^A *	0,48	0,45	4,15	1,48	5,23	6,08	11,31	7,31	53,76	36,8
	3	10B										
Testemunha		7A	0,00	0,38	5,81	2,75	5,93			0,00		3,20

Região	Rot	Campo	Elemento químico									
			Al	K	Ca	Mg	H+Al	S	CTC	Al	V	C
			cmol _c /dm ³									
.....10 - 20 cm												
A	1	Oster*	0,00	0,33	3,95	1,85	5,34	6,13	11,47	0,00	53,44	25,5
	2	15	0,00	0,30	4,28	1,92	7,70			0,00		2,32
	3	11B	0,03	0,32	4,47	2,27	6,20			0,42		2,74
	3	16	0,05	0,19	3,98	1,47	6,49			0,87		2,57
B	1	17	0,18	0,20	3,93	1,09	8,17			3,33		2,61
	2	14	0,08	0,30	4,37	1,74	6,20			1,23		2,54
C	1	8B	0,16	0,28	3,32	1,64	8,14			2,96		2,61
	2	7B	0,09	0,26	4,30	2,00	7,75			1,35		2,79
	2	6	0,13	0,28	4,16	1,63	7,14			2,09		2,59
	3	8A	0,17	0,32	4,00	1,68	7,70			2,75		2,70
D	3	1	0,13	0,33	4,30	1,45	7,75			2,09		3,13
	1	3	0,20	0,35	4,45	1,04	9,27	5,84	15,11	3,31	38,65	31,7
	2	9A	0,03	0,30	5,95	2,66	6,88	8,91	15,79	0,33	56,43	29,4
	2	4 ^A *	0,49	0,42	3,87	1,43	5,67	5,72	11,39	7,89	50,22	31,9
Testemunha	3	10B										
	7A		0,00	0,24	5,07	2,61	5,76			0,00		2,72
14= Pletz; 15= Gerb; 16= Pedreira; 17= GumpI.												

14= Pletz; 15= Gerb; 16= Pedreira; 17= Gumpf.

TABELA 9.21. Resultados de análise química do solo, em amostras compostas coletadas na profundidade de 0-10 cm, culturas de verão, em 1996 ou 1997, em diferentes regiões (fases) e rotações de culturas e diferentes ca área de produção da FAPA, Guarapuava, PR. FAPA/ Embrapa Soja. Londrina, PR. 1999.

Região	Rot	Campo	Elemento químico									
			Al	K	Ca	Mg	H+Al	S	CTC	%		
										Al	V	
												g/dm³
cmol/dm³												
A	1	Oster*	0,00	0,33	5,20	2,01	7,09	7,54	14,63	0,00	51,54	3,49
	1	15	0,00	0,50	7,94	2,53	4,06			0,00		3,16
	2	15**	0,00	0,69	6,06	2,24	4,89			0,00		3,00
	3	11B	0,00	0,52	5,64	2,28	6,20			0,00		3,00
	3	16	0,13	0,33	5,21	1,48	8,35			1,81		3,22
	3	16**	0,09	0,26	4,35	1,38	7,36			1,48		3,04
B	1	17	0,08	0,48	6,56	1,72	7,70			0,90		3,39
	1	14	0,00	0,26	5,80	2,51	5,76			0,00		2,61
	2	14**	0,00	0,41	5,09	2,48	4,78			0,00		2,94
	3	2	0,24	0,68	4,81	1,16	9,00			3,48		3,34
	3	11B	0,00	0,52	5,64	2,28	6,20			0,00		3,00
C	1	8B	0,03	0,33	6,77	2,55	7,36			0,30		3,17
	2	7B	0,08	0,32	5,62	2,12	8,23			0,98		2,80
	2	7B**	0,00	0,35	5,13	2,53	6,02			0,00		2,90
	2	6	0,00	0,37	7,10	2,14	5,93			0,00		2,99
	3	8A	0,14	0,48	4,88	1,63	8,35			1,96		3,28
	3	1	0,00	0,37	7,98	2,27	6,11			0,00		3,28
D	1	3	0,05	0,50	6,05	2,86	7,87	9,41	17,28	0,52	54,46	3,26
	1	7C	0,00	0,42	6,89	2,33	5,71			0,00		3,20
	2	9A	0,03	0,30	5,95	2,66	6,88	8,91	15,79	0,33	56,43	29,4
	2	9A**	0,10	0,35	5,43	2,24	8,23	8,02	16,25	1,23	49,35	3,37
	2	4A*	0,60	0,45	4,02	1,52	6,49	5,99	12,48	9,10	48,00	1,01
	3	10B										
	7A		0,00	0,38	6,81	3,12	5,98			0,00		3,80
Testemunha	7A**		0,00	0,43	5,67	2,63	5,15			0,00		3,14

*Amostra de solo coletada em 1997; ** Amostra de solo composta amostrada em volta do ponto de monitoramento: 14 = Pletz; 15 = Gerb; 16 = Gumpel.

TABELA 9.22. Resultados de análise química do solo, em amostras compostas coletadas na profundidade de 10 20 cm culturas de verão em 1997 ou 1997, em diferentes regiões (fases) e rotações de culturas e diferentes ca área de produção da FAPA, Guarapuava, PR. FAPA/Embrapa Soja. Londrina, PR. 1999.

Região	Rot	Campo	Elemento químico								V	C
			Al	K	Ca	Mg	H+Al	CTC	Al			
			cmolc/dm³									
A	1	Oster*	0,03	0,26	4,45	2,13	7,04	13,88	0,43	49,28	2,64	
	1	15	0,00	0,32	4,75	1,90	5,80		0,00		2,10	
	2	15**	0,00	0,50	4,70	1,91	5,89		0,00		2,52	
	3	11B	0,00	0,28	4,20	1,88	6,44		0,00		2,11	
	3	16	0,08	0,18	4,59	1,52	7,75		1,25		2,76	
	3	16**	0,10	0,20	4,14	1,49	6,68		1,68		2,95	
B	1	17	0,05	0,40	6,15	1,57	7,53		0,61		2,76	
	1	14	0,10	0,12	3,97	1,48	6,83		1,76		2,09	
	2	14**	0,10	0,17	3,58	1,29	7,58		1,94		2,05	
	3	2	0,63	0,38	3,17	0,75	11,00		12,77		3,01	
	3	11B	0,00	0,28	4,20	1,88	6,44		0,00		2,11	
C	1	8B	0,10	0,22	5,70	2,41	7,99		1,18		2,71	
		7B	0,04	0,20	5,70	2,35	7,58		0,48		3,18	
	2	7B**	0,03	0,25	4,51	2,16	6,63		0,43		2,58	
	2	6	0,00	0,30	5,70	2,01	6,20		0,00		1,18	
	3	8A	0,10	0,40	4,38	1,52	7,93		1,56		2,69	
	3	1	0,08	0,21	4,96	2,01	7,70		1,10		2,88	
D	1	3	0,15	0,44	5,58	1,32	8,48	15,82	2,00	46,40	2,90	
	1	7C	0,00	0,20	5,76	2,24	5,63		0,00		2,31	
	2	9A	0,45	0,20	3,28	1,65	9,70	14,83	8,06	34,59	2,64	
	2	4A*	0,75	0,37	3,50	1,48	7,20	12,55	12,29	42,63	4,38	
		7A	0,00	0,22	5,33	2,45	6,68		0,00		2,94	
Testemunha		7A**	0,00	0,28	4,84	2,52	4,96		0,00		2,26	

*Amostra de solo coletada em 1997; **Amostra de solo composta amostrada em volta do ponto de monitoramento; 14 = Pletz; 16 = Pedreira; 17 = Gumpi.

9.8.3 Área piloto de rotação de culturas no Planalto Paranaense de Guarapuava

Celso de Almeida Gaudencio, Sueli Karling¹,
Manfred Spieler²

A área piloto de rotação de culturas no Planalto Paranaense de Guarapuava, está sendo realizada, desde 1996, na Fazenda Rodeio Vermelho, de propriedade de associados da AGRÁRIA, no Planalto Paranaense de Guarapuava. Visa dar continuidade, ao nível de lavoura, ao trabalho de pesquisa que o Centro Nacional de Pesquisa de Soja vem desenvolvendo na referida região, a partir de 1981.

O objetivo do trabalho é implantar o processo de rotação de culturas, a médio e longo prazos, ao nível de propriedade, e colher informações nos seguintes aspectos: a) reflexos sobre as características físicas e químicas do solo; b) diversificação, de forma planejada, da atividade rural; c) utilização da cobertura vegetal do solo; d) aumento da eficiência da semeadura direta; e) identificação de problemas dentro do enfoque sistêmico; e f) validação e difusão do processo.

Foi implantada um sistema, em semeadura direta, com as seguintes rotações e sucessões de culturas: nabo forrageiro/milho - trigo/soja - aveia cobertura/soja-aveia cobertura/milho -

aveia grãos/soja - aveia cobertura/soja - cevada/soja, com opções de aumentar a lavoura de cevada (mais 14%) ou trigo (mais 14%) ou as duas simultaneamente, em todos os anos, ou em alguns deles. O sistema escolhido será comparado com a monocultura cevada/soja e aveia pastoreada/soja aveia/soja aveia/soja aveia/milho (Tabela 9.23).

Caberá aos proprietários da Fazenda Rodeio Vermelho, conduzir as lavouras conforme o planejado, utilizando o sistema de semeadura direta, e levantar as dificuldades na condução da rotação de culturas.

Caberá à AGRÁRIA: a) avaliar, de forma expedita, o comportamento das culturas; b) aprimorar o manejo das culturas, dos restos culturais e das espécies para cobertura vegetal do solo; e c) organizar, com a participação da FAPA e da Embrapa Soja, a demonstração dos campos e difundir os resultados para técnicos e agricultores.

Caberá à Embrapa Soja planejar o sistema de rotação e monitorar pontos, previamente escolhidos, quanto às características físico-químicas do solo.

Foi iniciada, em 1996, a coleta de amostras de solo para determinações físicas e químicas, para constituição dos dados iniciais, com o objetivo de monitoramento das áreas. A coleta de amostras de solo terá continuidade até 1999. O planejamento foi modifi-

¹ Engenheira Agrônoma da AGRÁRIA;

² Produtor associado da AGRÁRIA.

TABELA 9.23. Esquema de rotação e sucessão de culturas em estudo na área piloto de rotação de culturas no Planalto Paranaense, Guarapuava. Embrapa Soja/AGRÁRIA/FAPA. 1996.

Talhão	A n o											
	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08
A	CV/SJ	AC ¹ /SJ	AC/ML	AG/SJ	AC ² /SJ	CV/SJ	NB/ML	TR/SJ	AC ¹ /SJ	AC/ML	AG/SJ	AC ² /SJ
B	AC ¹ /SJ	AC/ML	AG/SJ	AC ² /SJ	CV/SJ	NB/ML	TR/SJ	AC ¹ /SJ	AC/ML	AG/SJ	AC ² /SJ	CV/Sj
C	AG/SJ	AC/ML ³	AC ² /SJ	CV/SJ	NB/ML	TR/SJ	AC ¹ /SJ	AC/ML	AG/SJ	AC ² /SJ	CV/SJ	+
D	NB/ML	TR/SJ	AC ¹ /SJ	AC/ML	AG/SJ	AC ² /SJ	CV/SJ	+				
E	AC ² /SJ	CV/SJ ⁴	NB/ML	TR/SJ	AC ¹ /SJ	AC/ML	AG/SJ	AC ² /SJ	CV/SJ	+		
F	AC/ML	AC ² SJ	CV/SJ	NB/ML	TR/SJ	AC ¹ /SJ	AC/ML	AG/SJ	AC ² /SJ	CV/SJ	+	
G	TR/SJ	NB/ML	TR/SJ	AC ¹ /SJ	AC/ML	AG/SJ	AC ² /SJ	CV/SJ	+			
H	Cevada/soja (continua)											
I	Aveia pastoreada/soja aveia/soja aveia/soja aveia/milho											

AC = Aveia cobertura; AG = Aveia branca para grãos; CV = Cevada; NB = Nabo forrageiro (ou Nabo + Ervilha); ML = Milho; SJ = Soja Trigo.

¹ A aveia para cobertura pode ser substituída por cevada ou aveia branca para grãos.

² A aveia branca para cobertura pode ser substituído por trigo.

³ A soja foi substituída por milho em 97/98 para auxiliar no controle do tamandua da soja.

⁴ A cevada em 1997 sucederá excepcionalmente o trigo em 1997 devido as modificações efetuada para o controle do tamandua da soja.
+ Fim de um ciclo de rotação de culturas. No talhão D, no oitavo ano (2003/2004), o sistema poderá continuar da mesma forma como foi primeiro ano (1996/1997), ou ser substituído por outro sistema, por razão técnica ou econômica. Para os demais talhões após o término do sistema, poderá ter continuidade da mesma forma que o indicado para o talhão D.

cado, sem prejudicar o inicial, com a finalidade de controlar a ocorrência do inseto praga tamanduá-da-soja, com aumento da área de milho na safra 1997/98, conforme o apresentado na Tabela 9.23.

Os maiores percentuais de agregados, em amostras de solo coletadas em 18-07-97, foram constatados nos talhões D₃ e E₁, com valores próximos ao apresentado pelos solos sem utilização agrícola, isto é, solos de mata e de campo nativos. Ressalta-se, a ocorrência de maiores percentuais de agregados nos solos cobertos por pastagem, concordando com outros trabalhos, desenvolvidos em Terra Roxa estruturada, Latossolo Roxo eutrófico e Latossolo Vermelho escuro distróficos fase arenosa. Esses resultados vêm confirmar a hipótese levantada, nesse subprojeto e no subprojeto 326-10, de que as gramíneas perenes destinadas a pastagem constituem-se num forte agente melhorador das características físicas do solo.

Os mais altos percentuais de porosidade total do solo, na média das profundidades 8 cm e 16 cm, foram constatados nos talhões D₃ e E₁, semelhantes ao obtido na mata e superior ao observado em campo nativo. A menor percentagem de porosidade foi constatada no talhão I₁, que pode ser devida ao pisoteio do gado, já que nessa situação é estudada a integração lavoura de soja no verão e aveia

para pastoreio no inverno. Quanto à macroporosidade, na média de amostras coletadas em duas profundidades, os maiores percentuais foram apresentados pelo solo das áreas A₁, C₁, E₁, superiores ao apresentado por campo nativo, mas inferiores ao do solo de mata (Tabela 9.24).

Os valores de densidade aparente são baixos nas amostragens de solo efetuadas nas profundidades de 8 cm e 16 cm, em todas as situações estudadas (Tabela 9.25), o que é uma forte indicação da alta quantidade de material orgânico do solo e do lento processo de mineralização do mesmo, propiciando uma humificação efetiva. Diante desse pressuposto é de toda conveniência o estudo aprofundado da qualidade do material orgânico, nas diferentes fases dos sistemas estudados.

A análise química de solo, em amostras coletadas em duas profundidades, em 1996, em pontos fixos de monitoramento, apresentou os seguintes resultados: de 0-10 cm: a) Mg alto nos talhões D₃ e G₂; b) K médio nos talhões C₁ e D₃ e c) P baixo nos talhões D₃ e I₁; na profundidade de 10-20 cm: a) K baixo nos talhões C₁ e I₁; b) Saturação de Al alta em B₁, B₂, C₁, D₁, D₂, E₁, F₁ e I₁ e c) P baixo em C₁, D₂, D₃, F₁, G₁ e H₁ (Tabela 9.26).

No mesmo esquema de amostragem, em 1997, as análises apresentaram os seguintes resultados: na profundidade de 0-10 cm: a) Mg alto

TABELA 9.24. Percentagem de macroporosidade e porosidade total do solo, em amostras coletadas em duas profundidades após as culturas de verão de 1996, em diferentes sistemas de rotação de culturas, Fazenda Rodeio Vermelho, Pinhão, PR. Embrapa Soja/AGRÁRIA/FAPA. Londrina, PR. 1999.

Talhões	Porosidade total (%)			Macroporosidade (%)		
	8 cm	16 cm	Média	8 cm	16 cm	Média
A ₁	61,55	61,35	61,45	16,06	14,01	15,03
B ₁	58,78	59,27	59,02	10,72	8,95	9,83
B ₂	56,67	60,55	58,61	7,82	12,78	10,30
C ₁	59,40	61,30	60,35	12,70	14,68	13,69
D ₁	60,08	58,20	59,14	14,67	10,11	12,39
D ₂	57,82	59,15	58,48	11,91	12,05	11,98
D ₃	63,90	63,63	63,76	12,49	11,10	11,79
E ₁	63,20	65,29	64,24	14,27	14,08	14,17
F ₁	60,57	60,71	60,64	13,50	12,03	12,76
G ₁	61,03	60,27	60,65	15,55	9,97	12,76
G ₂	58,13	60,49	59,31	12,85	8,49	10,65
H ₁ (TEST.)	57,96	61,89	59,92	10,59	13,35	11,97
I ₁	57,81	58,61	58,21	6,09	5,07	5,58
Mata (sede)	65,39	67,86	66,62	18,14	22,40	20,27
Mata (baixada)	62,74	62,37	62,55	15,16	15,03	15,09
Campo nativo (sede)	62,74	61,20	61,97	12,70	10,54	11,62
Campo nativo	60,68	61,91	61,29	11,29	13,73	12,51

no talhão G₂; b) P baixo nos talhões C₁ e no ponto B da área F₁ e c) P alto no talhão G₂; na profundidade 10-20 cm: a) K baixo em C₁, D₃, F₁ e G₂; b) Al alto nos talhões C₁, D₁ e E₁; Saturação de bases baixas nos seguintes pontos: C₁, D₁, E₁, F₁ e H₁; d) P baixo nos talhões C₁, D₁, D₃ e F₁ (Tabela 9.27).

Para amostras compostas efetuada em 1996, os talhões foram subdivididos para ter-se uma informação mais detalhada da fertilidade dos mesmos com relação à sua uniformidade e, também, para avaliar a representa-

tividade dos pontos fixos, previamente escolhidos para o monitoramento. Os resultados das análises das amostras de solo efetuadas na profundidade de 0-10 cm, dão a seguinte informação: a) Mg alto nos talhões B₁, B₂, C₁ e em partes dos talhões E₁ e G₁; b) P baixo nos talhões D₃ e I₁ (Tabela 9.28). Na profundidade de 10-20 cm, a análise do solo apresentou os seguintes pontos relevantes: a) K baixo nos talhões D₃ e em parte da área F₁; b) saturação de alumínio alta nos talhões B₂, parte das áreas D₁, E₁ e G₁ e c) P baixo: D₃, parte das áreas A₁ e F₁ (Tabela 9.29).

TABELA 9.25. Densidade aparente (g/cm³) em amostras coletadas em duas profundidades após as culturas de verão de 1996, em diferentes sistemas de rotação de culturas, Fazenda Rodeio Vermelho, Pinhão, PR. Embrapa Soja/AGRÁRIA/FAPA. Londrina, PR. 1999.

Sistemas ou fases	Densidade aparente g/cm ³		Média
	8 cm	16 cm	
A ₁	1,06	1,07	1,06
B ₁	1,13	1,12	1,12
B ₂	1,19	1,09	1,14
C ₁	1,12	1,07	1,09
D ₁	1,10	1,15	1,12
D ₂	1,16	1,13	1,14
D ₃	0,99	1,00	1,00
E ₁	1,01	0,96	0,98
F ₁	1,08	1,08	1,08
G ₁	1,07	1,10	1,08
G ₂	1,15	1,09	1,12
H ₁ (TEST.)	1,16	1,05	1,10
I ₁	1,16	1,14	1,15
Mata (sede)	0,97	0,91	0,94
Mata (baixada)	1,02	1,03	1,02
Campo nativo (sede)	1,06	1,11	1,08
Campo nativo	1,14	1,11	1,12

TABELA 9.26. Resultados de análise química de solo, em amostras coletadas em pontos fixos de monitoram duas profundidades, após as culturas de verão em 1996, em diferentes sistemas da rotação de Fazenda Rodeio Vermelho, Pinhão, PR. Embrapa Soja/AGRÁRIA/FAPA. Londrina, PR. 1999.

Sistemas	cmol/dm ³				%				C g/dm ³
	Al	K	Ca	Mg	H+Al	S	CTC	Al	V
0 - 10 cm									
A1	0,00	0,80	5,28	2,38	5,34			0,00	3,05
B1	0,61	0,29	3,07	1,77	8,93			0,00	2,81
B2	0,00	0,20	5,66	3,59	4,89			0,00	2,77
C1	0,00	0,13	5,57	2,75	5,34			0,00	2,95
D1	0,30	0,35	3,96	1,91	7,47			4,60	2,77
D2	0,48	0,31	2,92	1,62	8,05			9,00	2,61
D3	0,00	0,16	6,57	4,44	4,96			0,00	3,78
E1	0,64	0,50	4,22	1,77	10,45			8,97	4,74
F1	0,00	0,25	5,28	3,05	6,11			0,00	2,98
G1	0,00	0,36	7,27	2,69	5,67			0,00	2,91
G2	0,00	0,37	8,26	4,83	4,81			0,00	3,26
H1	0,00	0,33	5,64	2,81	4,54			0,00	2,90
I1	0,00	0,16	5,16	3,44	4,50			0,00	2,90
10 - 20 cm									
A1	0,35	0,65	3,31	1,43	7,53			6,09	2,68
B1	1,11	0,11	2,06	1,11	9,70			25,28	2,48
B2	1,30	0,10	1,70	1,40	10,29			28,88	2,63
C1	0,77	0,08	2,59	1,07	9,20			17,07	2,81
D1	1,03	0,25	2,23	1,10	9,70			22,34	2,46
D2	1,17	0,14	1,63	1,00	9,07			29,69	2,12
D3	0,64	0,08	3,12	2,56	9,92			10,00	3,85
E1	1,06	0,15	3,40	1,68	11,00			16,85	3,86
F1	0,90	0,10	2,25	1,55	10,06			18,75	2,72
G1	0,59	0,23	1,94	1,37	9,27			14,28	2,88
G2	0,49	0,23	4,41	3,02	8,67			6,01	2,58
H1	0,25	0,27	2,30	1,53	7,47			5,74	2,29
I1	0,66	0,08	1,94	1,44	8,54			16,01	2,60

TABELA 9.27. Resultados de análise química de solo, em amostras coletadas em pontos fixos de monitorar duas profundidades, após as culturas de verão em 1997, em diferentes sistemas e fases da cultura, Fazenda Rodeio Vermelho, Pinhão, PR. Embrapa Soja/AGRÁRIA/FAPA. Londrina, PR. 1998.

Sistemas e fases	Al	K	Ca	Mg	H+Al	S	CTC	Al	V	C
	cmol/dm³									
0 - 10 cm										
A1	0,17	0,32	4,77	2,30	6,49	7,39	13,88	2,24	53,24	26,7
C1	0,00	0,23	6,92	3,61	5,46	10,76	16,22	0,00	66,34	27,7
D1	0,00	0,47	6,12	2,96	6,20	9,55	15,75	0,00	60,63	32,6
D3	0,00	0,28	6,52	3,56	4,37	10,36	14,73	0,00	70,33	26,5
E1	0,43	0,42	4,05	2,05	7,64	6,52	14,16	6,18	46,05	36,1
F1 A	0,12	0,20	4,90	2,74	7,70	7,84	15,54	1,50	50,45	31,4
F1 B	0,00	0,32	6,72	3,43	5,71	10,48	16,19	0,00	64,73	32,3
G2	0,00	0,27	9,25	4,09	5,23	13,61	18,84	0,00	72,24	36,7
H1	0,00	0,37	6,42	2,95	7,36	9,74	17,10	0,00	56,96	26,9
10 - 20 cm										
A1	0,18	0,27	4,25	1,80	6,53	6,32	12,85	2,76	49,18	27,5
C1	0,66	0,10	1,90	1,52	8,61	3,52	12,13	15,78	29,02	23,2
D1	0,88	0,15	1,92	1,23	9,07	3,30	12,37	21,05	26,68	23,7
D3	0,00	0,10	3,55	2,71	5,59	6,36	11,95	0,00	53,22	23,4
E1	0,80	0,22	1,92	1,15	9,20	3,29	12,49	19,55	26,34	35,6
F1 A	0,55	0,07	2,12	1,72	8,67	3,91	12,58	12,33	31,08	31,8
F1 B	0,55	0,15	2,75	2,09	8,23	4,99	13,22	9,92	37,75	30,7
G2	0,00	0,10	6,75	3,71	7,20	10,56	17,76	0,00	59,46	34,30
H1	0,46	0,30	1,97	1,35	8,35	3,62	11,97	11,27	30,24	23,2

TABELA 9.28. Resultados de análise química de solo, amostras compostas coletadas na profundidade de 0 - 10 cm, após as culturas de verão em 1996, em diferentes sistemas da rotação de culturas, Fazenda Rodeio Vermelho, Pinhão, PR. Embrapa Soja/AGRÁRIA/FAPA. Londrina, PR. 1999.

Sistemas	Al	K	Ca	Mg	H+ Al	Al	C	P ppm
	me/100 g ou ml de solo					%		
A1 A	0,00	0,55	4,22	2,08	6,49	0,00	2,52	7,7
A1 B	0,00	0,47	5,54	2,70	5,50	0,00	2,88	11,8
A1 C	0,04	0,39	4,02	2,01	5,03	0,61	2,75	6,2
B1	0,00	0,22	5,93	4,14	5,67	0,00	2,95	9,7
B2	0,00	0,47	6,06	4,11	4,15	0,00	2,75	16,6
C1	0,00	0,31	7,13	4,02	3,97	0,00	3,23	11,0
D1 A	0,00	0,51	5,03	2,45	6,39	0,00	3,20	15,1
D1 B	0,00	0,43	6,72	3,10	4,47	0,00	2,78	14,8
D2	0,00	0,45	6,18	3,72	3,74	0,00	3,15	14,7
D3	0,93	0,18	5,93	3,97	4,96	8,44	3,04	5,4
E1 A	0,00	0,42	6,94	4,46	3,27	0,00	2,93	18,5
E1 B	0,00	0,40	6,90	4,18	4,27	0,00	3,31	15,1
E1 C	0,00	0,50	6,94	3,97	4,89	0,00	4,53	20,2
E1 D	0,00	0,47	7,25	3,73	5,34	0,00	4,19	15,1
E1 E	0,46	0,37	4,70	2,00	10,68	6,10	4,37	11,9
E1 F	0,00	0,47	6,26	3,37	5,76	0,00	4,03	11,0
F1 A	0,00	0,28	6,43	4,03	4,37	0,00	2,96	7,5
F1 B	0,00	0,31	5,77	3,47	4,47	0,00	2,91	8,5
F1 C	0,00	0,28	6,29	3,75	4,18	0,00	3,22	7,3
G1 A	0,00	0,50	7,87	3,02	3,94	0,00	4,29	12,2
G1 B	0,23	0,38	5,88	2,12	9,55	2,67	5,73	12,8
G1 C	0,00	0,40	6,60	3,61	4,34	0,00	2,99	12,3
G2 A	0,00	0,45	6,45	3,45	5,34	0,00	4,04	14,8
G2 B	0,00	0,55	7,10	3,57	5,34	0,00	4,67	15,6
G2 C	0,00	0,57	7,25	3,93	5,42	0,00	4,47	25,7
H1	0,00	0,54	6,12	2,87	4,85	0,00	3,24	12,8
I1	0,00	0,25	5,06	3,33	5,23	0,00	3,10	5,3

TABELA 9.29. Resultados de análise química de solo, amostras compostas coletadas na profundidade de 10 - 20 cm, após as culturas de verão em 1996, em diferentes sistemas da rotação de culturas, Fazenda Rodeio Vermelho, Pinhão, PR. Embrapa Soja/ AGRÁRIA/FAPA. Londrina, PR. 1999.

Sistemas	Al	K	Ca	Mg	H+ Al	Al	C	P
	me/100 g ou ml de solo					%		ppm
A1 A	0,23	0,27	2,97	1,35	7,14	4,77	2,39	7,8
A1 B	0,15	0,22	3,38	1,46	7,58	2,87	2,85	3,4
A1 C	0,20	0,13	2,59	1,03	6,49	5,06	2,09	2,9
B1	0,35	0,10	2,80	2,10	8,35	6,54	2,56	3,6
B2	1,16	0,20	1,36	1,16	10,45	29,89	2,51	10,4
C1	0,79	0,12	2,78	1,55	9,70	15,07	2,90	7,2
D1 A	1,16	0,30	1,84	0,88	10,45	27,75	2,90	7,4
D1 B	0,27	0,25	3,55	1,71	8,80	4,67	2,93	5,9
D2	0,09	0,22	4,08	2,44	6,06	1,31	2,40	5,6
D3	0,20	0,08	3,72	2,84	7,09	2,92	2,79	2,0
E1 A	0,25	0,14	3,21	2,13	7,47	4,36	2,45	4,7
E1 B	0,05	0,13	5,81	3,45	6,93	0,52	3,15	7,2
E1 C	0,64	0,15	3,02	1,83	10,06	11,34	3,18	13,2
E1 D	0,33	0,20	3,96	2,41	8,80	4,78	3,88	6,4
E1 E	1,22	0,16	2,73	1,28	11,86	22,63	4,30	4,6
E1 F	0,81	0,13	2,68	1,65	10,14	15,37	3,01	7,5
F1 A	0,12	0,14	3,79	2,48	7,75	1,83	2,98	5,4
F1 B	0,07	0,10	4,97	2,85	6,20	0,87	2,78	3,2
F1 C	0,10	0,08	4,29	2,75	6,20	1,38	2,81	2,2
G1 A	0,76	0,30	2,25	1,40	10,14	16,13	2,93	5,1
G1 B	2,07	0,15	1,63	0,90	13,66	43,57	4,86	5,8
G1 C	0,50	0,20	3,45	2,23	9,34	7,83	3,09	10,4
G2 A	0,54	0,20	3,69	2,17	9,70	8,18	3,92	11,0
G2 B	0,34	0,27	4,75	2,75	9,00	4,19	4,45	5,8
G2 C	0,20	0,35	6,05	3,20	7,47	2,04	3,54	37,5
H1	0,56	0,41	3,04	1,56	9,00	10,05	2,95	8,7
I1	1,35	0,12	1,48	1,10	10,60	33,33	3,05	16,6



Nº do Projeto: 04.0.94.327

Líder: José de Barros França Neto

Nº de Subprojetos que compõem o Projeto: 07

Unidades Instituições Participantes: Embrapa Soja; FCAV/UNESP-Campus de Jaboticabal, SP; Universidade da Flórida, Gainesville, Flórida; UFMT, Cuiabá, MT

O estabelecimento da lavoura de soja é a operação mais crítica dentro do sistema de produção, uma vez que o estabelecimento de uma população adequada de plantas, quanto à densidade e uniformidade, é a base onde será estruturado o sucesso da produção. A operação de semeadura deve, portanto, ser realizada na época correta, utilizando-se de máquinas com elevada precisão de distribuição de sementes. Tecnologias apropriadas, como a inoculação e o tratamento das sementes com fungicidas recomendados, são práticas que contribuirão para que tal sucesso seja alcançado. As cultivares melhoradas de soja disponíveis no mercado de hoje requerem uma população de plantas que varia de 250.000 a 300.000 plantas/hectare, para que seus potenciais máximos de produtividade sejam atingidos. Porém, o insumo que efetivamente garantirá o sucesso do estabelecimento da lavoura é a semente, que deve apresentar padrões de qualidade elevados. Isso é um dos grandes desafios do setor produtivo de soja brasileiro, principalmente em regiões tropicais e subtropicais, onde a produção de sementes é problemática, demandando a utilização de tecnologias específicas e apropriadas para tais regiões.

Apesar de já existirem diversas técnicas específicas para a produção de sementes de soja, que propiciam a melhora da qualidade das sementes produzidas, tais técnicas ainda não tem assegurado aos produtores de sementes o nível de qualidade e de confiabilidade demandado pelo sistema de produção de soja. Um dos possíveis enfoques, que poderá vir a superar os problemas de baixa qualidade, reside no desenvolvimento de cultivares que apresentem a característica genética de boa qualidade de sementes, mesmo quando produzidas em condições climáticas estressantes, como as que ocorrem na regiões tropicais e subtropicais. Entretanto, uma das

limitações que vem impossibilitando a adoção com pleno sucesso de tal técnica está ligada à falta de uma metodologia simples, que possibilite a identificação e seleção de genótipos que produzam sementes de alta qualidade. A superação de tal limitação é um dos assuntos amplamente estudados no presente projeto.

O controle de qualidade das sementes é uma ferramenta de fundamental importância para o sistema de produção de sementes. Este assunto tem sido focado a fundo no projeto, através do desenvolvimento de metodologias alternativas para os testes de germinação padrão e de tetrazólio, que são os testes mais corriqueiramente utilizados pelos laboratórios de análise de sementes no Brasil.

A pesquisa básica relativa a estudos de fisiologia de sementes, envolvendo macromoléculas, pode vir a propiciar o entendimento dos processos de deterioração das sementes e, também, os caminhos para a solução dos problemas de baixa qualidade das sementes. Estão sendo estudados os efeitos de algumas proteínas específicas, como as de choque térmico e as associadas à biotina, que podem estar relacionadas com os problemas de qualidade abordados no projeto.

Outro sério obstáculo à expansão da cultura de soja em regiões tropicais está relacionado à preservação da qualidade das sementes durante o armazenamento. Atualmente, a única solução utilizada para o problema tem sido o armazenamento sob condições climatizadas, com baixas temperatura e umidade relativa do ar, solução esta que, além de dispendiosa, poderá limitar a expansão do sistema de produção nos trópicos. Soluções alternativas e não convencionais para o problema estão em fase de estudos e validação no presente projeto.

Assim sendo, o presente projeto tem como objetivos principais: a) identificar os mecanismos fisiológicos, bioquímicos e anatômicos determinantes da qualidade da semente, seu modo de ação, interação (sinergismo) entre os genótipos e condições ambientais nas regiões tropicais e subtropicais; b) caracterizar o menor período mais adequado (horas de embebição), para que ocorra a coloração apropriada de sementes de soja quando submetidas à solução de tetrazólio, sem que ocorram distúrbios morfológicos e fisiológicos, que possam comprometer a interpretação das estruturas embrionárias das sementes durante a leitura do teste; c) testar o efeito da temperatura de 41°C, sobre o mecanismo de embebição de sementes de diversas cultivares de soja, tentando antecipar a leitura do teste para períodos inferiores a 10 horas; d) determinar métodos alternativos para a correta avaliação da germinação

de sementes de soja; e) procurar caracterizar os fatores fisiológicos ligados aos elevados percentuais de anormalidade de plântula em algumas cultivares de soja, durante a execução do teste de germinação; f) identificar quais cultivares de soja estão sujeitas ao dano de embebição, que ocorre no teste padrão de germinação e sugerir metodologias alternativas para superar o problema; g) verificar a presença de proteínas associadas à biotina dentre as proteínas de choque térmico em soja; h) estudar em detalhes o metabolismo das proteínas biotinizadas (PBSs) nas sementes de soja durante o processo de germinação; i) verificar os efeitos da deterioração das sementes de soja sobre a expressão das PBSs; j) verificar a possibilidade da utilização das PBSs para a identificação e caracterização de cultivares de soja.

10.1 Metodologia para Seleção de Genótipos de Soja com Semente Resistente ao Dano Mecânico - Relação com o Conteúdo de Lignina (04.0.94.327-01)

Francisco C. Krzyzanowski¹,
José de B. França Neto¹, Milton Kaster,
José Marcos G. Mandarino

Na separação de médias foram identificados cinco grupos distintos de teores percentuais de lignina através do método de ácido sulfúrico e três grupos quando se utilizou o método do permanganato de potássio, como pode ser avaliado nas Tabelas 10.1 e

10.1.1 Comparação entre métodos gravimétricos para determinação de lignina em tegumentos de doze genótipos de soja

No estudo de comparação entre os métodos de determinação gravimétrica de lignina no tegumento visando aquilatar a precisão da informação gerada através de cada método, observou-se na análise de variância dos resultados, um coeficiente de variação de 2,5% para o método de ácido sulfúrico e de 18,6% para o do permanganato de potássio.

TABELA 10.1. Conteúdo de lignina (%) determinado através do método de permanganato de potássio no tegumento de doze cultivares de soja. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1998.

Cultivares	Lignina %
Doko	5,835 a
Davis	4,752 ab
Santa Rosa	4,630 abc
Paraná	4,563 abc
IAS - 5	4,365 abcd
FT - 2	4,207 abcde
IAC - 8	4,177 abcde
FT - 10	3,668 bcde
IAC - 2	3,600 bcde
Bossier	2,860 cde
Paranagoiana	2,550 de
Savana	2,480 e

Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ($\alpha=0.05\%$).

¹ Bolsista do CNPq (PQ).

10.2. O método do ácido sulfúrico, apesar de requerer uma marcha analítica mais longa (24 horas), é mais preciso e mais sensível do que o do permanganato de potássio para determinação do teor percentual de lignina, em tecidos vegetais, onde o seu conteúdo é baixo, como é o caso do tegumento da semente de soja.

10.1.2 Determinação do conteúdo de lignina nos tegumentos de sementes de soja com tegumento preto e amarelo

Sementes de algumas leguminosas, como feijão e soja, que apresentam tegumento escuro, são reconhecidas por apresentarem melhor qualidade de sementes. Uma das possíveis razões de tal superioridade pode estar relacionada com o maior conteúdo de lignina existente nos tegumentos de tais sementes, em relação às sementes amarela.

Em 1995, foram introduzidas no Brasil, provenientes da Universidade da Flórida, seis isolíneas que diferiam unicamente quanto à expressão da coloração do tegumento: preto ou amarelo. Tal material foi multiplicado em casa de vegetação e a campo, durante três anos. O presente experimento foi conduzido com o objetivo de comprovar a superior qualidade das

TABELA 10.2. Conteúdo de lignina (%) determinado através do método de ácido sulfúrico no tegumento de doze cultivares de soja. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1998.

Cultivares	Lignina %
Doko	6,278 a
FT - 2	6,247 a
IAC - 8	5,720 b
Santa Rosa	5,645 b
IAC - 5	5,553 bc
Paraná	5,548 bc
FT - 10	5,410 bc
Bossier	5,255 c
Davis	4,772 d
Paranágoiana	4,558 d
Savana	4,227 e
IAC - 2	4,173 e

Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ($\alpha = 0.05\%$).

linhagens com tegumento preto em relação às de tegumento amarelo e tentar identificar os fatores que contribuem para tal superioridade.

Em 1997, tais sementes foram expostas a condições extremamente favoráveis à deterioração: 41°C e 100% de umidade relativa (UR) do ar, por um período de 96 horas. Após tal período, as sementes foram avaliadas pelo teste de emergência em areia, sendo também determinado o índice de sementes infectadas por *Aspergillus flavus*, através do método do papel de filtro. Os resultados de emergência em areia evidenciaram a superioridade da qualidade de todas as linhagens com tegumento preto, as quais apre-

sentaram, em média, 47% a mais de emergência em relação às amarelas. Com relação à qualidade, as linhagens com tegumento preto apresentaram, em média, menos da metade dos índices de infecção por *Aspergillus flavus* observados para as sementes amarelas. Dentre as linhagens avaliadas, a F 84-7-30 foi a que apresentou os melhores índices de qualidade de sementes, após exposição às condições de envelhecimento acelerado.

Em 1998, foram determinados os conteúdos de lignina nos tegumentos dessas seis isolíneas, através do método gravimétrico, com digestão em ácido sulfúrico. Os conteúdos percentuais de lignina nos tegumentos das linhagens escuras foram em média 12,18%, ao passo que as amarelas apresentaram 4,75%, representando uma diferença de 7,43% de lignina a mais nas linhagens escuras (Tabela 10.3). Tais resultados explicam a superioridade de qualidade das sementes com tegumento escuro, uma vez que estudos divulgados em relatórios anteriores demonstram que genótipos de soja com elevados conteúdos de lignina no tegumento apresentam uma melhor qualidade de sementes.

10.1.3 Estudo da herança genética de lignina em tegumento de semente de soja, através da avaliação do seu percentual em linhas isogênicas provenientes do cruzamento de Doko com Savana

As sementes das linhas isogênicas provenientes do cruzamento das cultivares Doko com Savana foram produzidas em casa de vegetação conforme programação prévia proposta. As sementes foram encaminhadas ao laboratório para retirada dos tegumentos e determinação do teor percentual de lignina, executada segundo os procedimentos analíticos propostos.

Avaliar o teor percentual de lignina ao longo do período de um ano de armazenamento, visando conhecer o que ocorreria com esse componente do tegumento, em decorrência do tempo decorrido entre a colheita das sementes e a sua determinação.

TABELA 10.3. Conteúdo de lignina (%) no tegumento de sementes de soja de seis linhagens com tegumento preto e amarelo. Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Linhagem	Preta (%)	Amarela (%)
F 84-7-11	12,92	5,52
F 84-7-13	13,00	5,34
F 84-7-26	12,56	5,38
F 84-7-30	12,22	4,46
F 84-7-24	10,86	3,78
F 84-7-14	11,52	4,04
Média	12,18	4,75

10.1.4 Estudo da degradação da lignina ao longo de um ano de armazenamento em sob condições controladas de temperatura e umidade (câmara seca e fria)

Estudos de degradação da lignina ao longo de um ano de armazenamento sob condições controladas de temperatura e umidade (10°C e 50% UR.), foram conduzidos através da determinação do teor percentual de lignina pelo método de ácido sulfúrico descrito por BAILEY (1967) e modificado por VIDAURE (1991) em virtude do método de permanganato de potássio, como tinha sido previsto anteriormente, ter apresentado resultados com um coeficiente de variação de 18,6%.

Os dados contidos nas Tabelas 10.4 e 10.5 permitem inferir que não ocorreu degradação da lignina ao longo de um

ano de armazenamento sob condições controladas, tendo ocorrido variações centesimais em alguns cultivares, o que é decorrente de variação quando se utiliza métodos gravimétricos em análises de laboratório. Na análise de

TABELA 10.4. Conteúdo de lignina (%) no tegumento de doze cultivares de soja na colheita. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Cultivar	Teor de lignina (%) ¹
Doko	6,203 a
FT-2	6,195 a
Santa Rosa	5,753 ab
IAC-8	5,722 ab
IAS-5	5,717 ab
Paraná	5,555 ab
FT-10	5,283 bc
Bossier	5,278 bc
Paranagoiana	4,785 cd
Davis	4,620 cd
Savana	4,358 d
IAC-2	4,210 d

¹ Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05\%$).

TABELA 10.5. Conteúdo de lignina (%) no tegumento de doze cultivares de soja armazenadas durante um ano em condições controladas (10°C e 50%). Embrapa Soja. Londrina, PR.

Cultivar	Teor de lignina (%) ¹	Cultivar	Teor de lignina (%) ¹
Doko	6,273 a	FT-10	5,405 bc
FT-2	6,242 a	Bossier	5,255 c
IAC-8	5,718 b	Paranagoiana	4,842 d
Santa Rosa	5,645 b	Davis	4,770 d
Paraná	5,543 bc	Savana	4,222 e
IAS-5	5,523 bc	IAC-2	4,170 e

¹ Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05\%$).

regressão, fig. 10.1 o coeficiente de determinação $r^2 = 0,97$ confirma a observação acima.

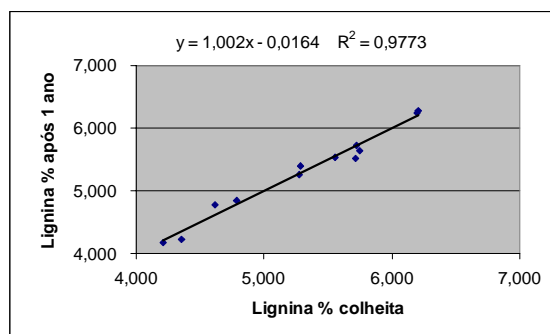


FIG. 10.1. Análise de regressão entre os teores percentuais de lignina no tegumento da semente na época de colheita e após um ano de armazenamento sob condições controladas (10°C e 50 UR).



10.2 Proteínas de Choque Térmico e seus Efeitos Sobre a Qualidade da Semente de Soja (04.0.94.327-02)

José de B. França Neto¹, Francisco C. Krzyzanowski¹, Ademir A. Henning¹, Nilton P. da Costa¹, Warney M. da C. Val, Márcia M. Yuyama², Maria de Fátima Zorato², Roseli F. Caseiro³, Luciana V. Rego³, Alexandre L. Nepomuceno¹, Maria Cristina N. de Oliveira, Norman Neumaier¹

A ocorrência de altas temperaturas (> 30°C) associadas à baixa disponibilidade hídrica, durante a fase

de enchimento de grãos da soja, pode resultar em elevados índices de sementes enrugadas. Já foi comprovado que tal enrugamento resulta em drástica redução na qualidade da semente de soja. Caso o nível de enrugamento de grãos venha a ser superior a 8,0%, a indústria moageira aplicará um deságio sobre o preço pago ao produtor, proporcional ao percentual de enrugamento. Verificou-se que a suscetibilidade ao enrugamento é dependente do genótipo avaliado e que algumas cultivares, como a BR-16, não são suscetíveis ao problema, mesmo nas condições mais estressantes. Suspeita-se que algumas proteínas específicas, como as de choque térmico, possam estar associadas com o mecanismo que regula a tolerância e suscetibilidade dos genótipos de soja ao problema. Os objetivos do presente subprojeto são: a) selecionar genótipos tolerantes ao enrugamento, bem como verificar os efeitos da época de semeadura sobre a expressão de tal problema; b) desenvolver metodologia padronizada para a seleção de genótipos de soja tolerantes ao enrugamento, em ambiente com condições controladas de temperatura, umidade e luz; c) verificar se as proteínas de choque térmico estão relacionadas à resistência de algumas cultivares de soja ao enrugamento das sementes, devido aos estresses térmico e hídrico; e d)

¹ Bolsista do CNPq (PQ);

² Bolsista da Fundação Banco do Brasil;

³ Bolsista do CNPq (Aperfeiçoamento).

determinar os efeitos desse enrugamento sobre a composição química e mineral do grão de soja, bem como sobre a qualidade do óleo extraído de tais grãos. Diversos desses objetivos já foram alcançados, conforme relatado em anos anteriores.

10.2.1 Seleção a campo de cultivares de soja quanto à tolerância ao enrugamento de sementes decorrente de situação de estresse climático

O presente experimento compila e compara os dados percentuais de sementes enrugadas obtidos nos ensaios "Caracterização a campo de cultivares de soja quanto à suscetibilidade ao enrugamento de sementes causado por estresses térmico e hídrico durante a fase de enchimento de grãos", conduzidos em Fênix, PR, nas safras de 1992/93, 1993/94, 1994/95 e 1995/96. Tais ensaios foram amplamente caracterizados e explanados em relatórios anteriores. O objetivo do presente relato foi o de caracterizar genótipos de soja, a nível de campo, quanto à suscetibilidade ao problema de enrugamento de sementes causado pela ocorrência de estresses térmico e hídrico durante a fase de enchimento de grãos.

Vinte e dois genótipos de soja de ciclos precoce e semi-precoce e 18 de ciclo médio foram semeados em três épocas (meados de outubro, início e meados de novembro) em Fênix, PR,

município localizado no vale do rio Ivaí e que normalmente apresenta condições climáticas durante a fase de enchimento de grãos de soja (final de dezembro e janeiro) propícias para a produção de sementes enrugadas: temperaturas superiores a 32°C associadas com veranicos (déficits hídricos).

A caracterização dos genótipos de soja quanto à suscetibilidade ao enrugamento das sementes foi realizada, segundo a seguinte escala: suscetível: > 4,0% de sementes enrugadas; medianamente tolerantes: de 1,1 a 3,9%; e tolerante: < 1,0%. Tal escala foi estabelecida de acordo com a experiência dos pesquisadores envolvidos no presente projeto de pesquisa.

Os índices de enrugamento de sementes observados nas quatro safras, bem como a caracterização dos genótipos quanto à suscetibilidade ao problema foram determinados. Dentre os genótipos de ciclo precoce e semi-precoce, observou-se a seguinte classificação: **tolerantes**: IAS-5, OCEPAR 4, OCEPAR 8, OCEPAR 10, OCEPAR 13, EMBRAPA 1, EMBRAPA 48, EMBRAPA 58, BR-16 e duas linhagens; **medianamente tolerantes**: OCEPAR 14, FT-Saray, BR-4, BR-36, EMBRAPA 4 e EMBRAPA 59; **suscetíveis**: Bragg, Davis, Paraná, OCEPAR 3 e FT-Guaíra. Dentre tais cultivares, a BR-16 sempre se caracterizou como a cultivar com o maior índice de resistência ao

enrugamento (em virtude de apresentar os menores índices de enrugamento) e a Bragg como a mais suscetível ao problema. Dentre as cultivares de ciclo médio: **tolerantes**: FT-10, FT-Abyara, BR-30, BR-37 e seis linhagens; **medianamente tolerantes**: FT-2, BR-14, EMBRAPA 60, EMBRAPA 61, EMBRAPA 62 e duas linhagens; **suscetível**: BR-38.

Deve-se destacar que, devido às variações climáticas observadas de uma safra para outra, tal classificação não é definitiva e pode estar sujeita a alterações. Devido a tal limitação, foi desenvolvida metodologia em casa de vegetação e em fitotron, onde as condições de estresses térmico e hídrico impostas às plantas na fase de enchimento de grãos são padronizadas. Com tal metodologia, pretende-se refinar a caracterização dos genótipos quanto à suscetibilidade ou tolerância ao problema em questão (ver próximo experimento).

10.2.2 Caracterização de genótipos de soja quanto à tolerância ao enrugamento de sementes causado por estresses térmico e hídrico - 1998

A expressão da característica do enrugamento pode variar tremendamente com a flutuação das condições climáticas de uma safra para outra. Devido a tais flutuações, a caracterização de genótipos de soja a nível de campo torna-se arriscada e a

precisão desejada poderá ser afetada. Com o intuito de superar tais limitações, foi desenvolvida metodologia a nível de fitotron, onde condições climáticas padronizadas são impostas às plantas durante a fase de enchimento de grãos (R5-R6), conforme já reportado em relatório do ano anterior.

Através da metodologia estabelecida, pretende-se avaliar as principais cultivares e diversas linhagens de soja, que estejam prestes a serem lançadas como cultivares. Com essa seleção, haverá uma tendência de que as cultivares disponíveis no mercado sejam cada vez mais tolerantes ao problema do enrugamento, reduzindo o risco de possíveis prejuízos causados pelo mesmo aos sojicultores. Em suma, o presente experimento tem o objetivo de caracterizar cultivares e linhagens de soja quanto à tolerância ao problema do enrugamento.

Em 1998, oito cultivares foram avaliadas: Forrest, Hartwig, FT-Guaíra, IAS-5, EMBRAPA 1, EMBRAPA 48, EMBRAPA 58 e EMBRAPA 132. Oito plantas foram avaliadas por cultivar (duas plantas por vaso). Durante o período de enchimento de grãos (R5 a R6), as plantas foram transferidas para o fitotron, onde permaneceram sob condições de alta temperatura e baixa disponibilidade hídrica do solo (30% umidade gravimétrica- UG). O regime de temperatura utilizado foi: 28°C (das 17:00 às 8:00 h), 32°C (das

8:00 às 10:00 h), 36°C (10:00 às 14:00 h) e 32°C (das 14:00 às 17:00 h). O regime de luz fornecido no fitotron foi de 12,5 horas diárias, das 7:00 às 19:30 h. Diariamente, às 14:00 h, após o estresse térmico, cada vaso foi pesado e os teores de umidade (30% UG) ajustados. Após o estádio R6, as plantas foram removidas do fitotron e transferidas para a casa de vegetação, onde foram irrigadas normalmente e permaneceram até o momento da colheita. A trilha foi realizada manualmente a avaliação do percentual de sementes enrugadas foi realizada em cada planta, sendo a média das oito plantas relatada por cultivar.

A exposição das plantas das oito cultivares permitiu a classificação das mesmas quanto à tolerância ao enrugamento, conforme a seguinte classificação: AS-Altamente Suscetível: > 50,0% de sementes enrugadas; S-Suscetível: 4,0 a 49,9%; MT-Medianamente Tolerante: 2,0 a 4,0%; e T-Tolerante: 0 a 1,9%.

A cultivar Forrest, considerada altamente suscetível, conforme estudos realizados na Universidade da Flórida, foi utilizada como testemunha. O índice de sementes enrugadas verificada para a referida cultivar foi de 67,8%, confirmando a sua alta

suscetibilidade ao enrugamento. As cultivares FT-Guaíra (36,9% de enrugamento) e a Hartwig (25,6%) foram consideradas suscetíveis ao problema; IAS-5 (6,8%) e EMBRAPA 48 (4,8%) foram classificadas como moderadamente tolerantes; e EMBRAPA 58 (1,4%), EMBRAPA 1 (1,0%) e EMBRAPA 132 (0,0%) foram classificadas como tolerantes. Tais cultivares atingiram os mesmos valores de tolerância, conforme já relatado para a cultivar BR-16, cultivar considerada como padrão quanto à tolerância ao enrugamento.

Apesar da falta de padronização das condições climáticas constatadas a nível de campo, conforme relatado no experimento anterior, constatou-se uma classificação muito semelhante para cinco cultivares, que foram utilizadas nos ensaios realizados a campo e em fitotron. As cultivares EMBRAPA 1 e EMBRAPA 58, foram classificadas como tolerantes ao enrugamento em ambos os experimentos; a FT-Guaíra foi considerada suscetível, também em ambos os ensaios; apenas as cultivares IAS-5 e EMBRAPA 48 foram classificadas com ligeira diferença entre os ensaios: foram consideradas tolerantes nos ensaios de campo e como moderadamente tolerantes em fitotron.

10.2.3 Determinação da fase crítica do enchimento de grãos para a seleção de genótipos de soja quanto à suscetibilidade ao problema do enrugamento de grãos

Este experimento foi realizado com o objetivo de determinar em qual fase do período de enchimento de grão a planta de soja mostra-se mais suscetível à ocorrência do enrugamento. Caso a determinação de tal fase seja possível, a execução da caracterização dos genótipos de soja quanto à tolerância ao enrugamento em de fitotron será facilitada, pois as plantas avaliadas poderão permanecer no fitotron apenas durante o período mais crítico para o enrugamento de grãos, não sendo assim necessário manter as mesmas no fitotron durante toda a fase de enchimento de grãos (R5-R6), que normalmente dura cerca de quatro semanas.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e nos fitotrons da Embrapa Soja. Foram preparados 40 vasos com 7,0 kg da mistura solo e areia na proporção 4:1. As sementes da cultivar Bragg foram selecionadas e semeadas nos vasos em casa de vegetação. Foram utilizadas 10 sementes por vaso e, após a emergência, procedeu-se o desbaste deixando-se duas plantas vigorosas por vaso. As plantas foram irrigadas diariamente até atingirem a fase de enchimento

de grãos e, então, transferidas para o fitotron em diversas etapas dentro dessa fase.

No fitotron, o teor de umidade do solo dos vasos foi padronizado em 30% UG (umidade gravimétrica) com o seguinte regime de temperatura: 28°C - das 17:00 às 8:00 h; 32°C - das 8:00 às 10:00 h; 36°C - das 10:00 às 14:00 h; e 32°C - das 14:00 às 17:00 h. Utilizaram-se oito plantas de cada cultivar (duas plantas por vaso).

O experimento constou de sete tratamentos, os quais tiveram início quando as plantas entraram no estádio R5 (enchimento de grão). Para cada tratamento utilizaram-se quatro vasos, totalizando 28 vasos. Os tratamentos foram caracterizados pela exposição das plantas a diferentes períodos de estresse (altas temperaturas e baixa disponibilidade hídrica) durante a fase de enchimento de grãos:

Tratamento 1: testemunha, todo o período de enchimento de grãos - R5 a R6 (4 semanas);

Tratamento 2: 1ª semana do período de enchimento de grãos;

Tratamento 3: 2ª semana do período de enchimento de grãos;

Tratamento 4: 3ª semana do período de enchimento de grãos;

Tratamento 5: 4ª semana do período de enchimento de grãos;

Tratamento 6: 1ª e 2ª semanas do

período de enchimento de grãos;

Tratamento 7: 3^a e 4^a semanas do período de enchimento de grãos.

O regime de luz fornecido no fitotron foi de 12,5 horas diárias, das 7:00 às 19:30 h. Diariamente às 14:00 horas, após o estresse térmico, cada vaso foi pesado e os teores de umidade (30% UG) ajustados. Findo o período de enchimento de grãos, as plantas foram removidas do fitotron e transferidas para a casa de vegetação, onde foram irrigadas normalmente e permaneceram até o momento da colheita. A trilha foi feita manualmente e o percentual de enrugamento de grãos foi determinado em cada planta, sendo a média determinada nas oito plantas estudadas.

O Tratamento 1 (testemunha) propiciou a produção de 65,5% de enrugamento nas sementes, que foi o teor mais elevado observado entre todos os tratamentos. Todos os demais tratamentos propiciaram valores de enrugamento muito abaixo dos constatados para o tratamento testemunha, variando de 9,6% a 0,9%. Tal fato significa que nenhum dos tratamentos comparados à testemunha (quatro semanas de exposição das plantas às condições de estresse) pode ser utilizado, para fins de seleção de genótipos de soja quanto à tolerância ao enrugamento de grãos. Deve-se, portanto, manter o período

de exposição das plantas a quatro semanas de estresse nos fitotrons.



10.3 Permeabilidade de Membrana de Célula de Semente de Soja (04.O.94.327-03)

Francisco C. Krzyzanowski¹, José de B. França Neto¹, Nilton P. da Costa¹, Ademir A. Henning¹; Milton Kaster e José E. Pereira

10.3.1 Envelhecimento acelerado associado com condutividade elétrica

A permeabilidade das membranas celulares da semente de soja foi avaliada, visando desenvolver metodologia de seleção de genótipos de soja com característica de alta qualidade fisiológica de sementes, visto que este parâmetro se constitui num dos primeiros eventos do processo de deterioração e que pode ser facilmente aferido em laboratório. A possível existência de variabilidade genética para essa característica torna promissora, sua utilização, quando há a necessidade de avaliar centenas de genótipos, em curto espaço de tempo.

No ano agrícola 97/98, produziram-se, em casa de vegetação, sementes de quatro cultivares de soja, Davis, IAS-5, FT-2, FT-10, e uma

¹ Bolsista do CNPq (PQ).

linhagem, BR83-147, cujas plantas foram cortadas no estágio de maturação R7, desfolhadas e postas para secar em ambiente ventilado, sendo posteriormente debulhadas manualmente. As sementes obtidas foram deterioradas em diferentes níveis, através do envelhecimento acelerado (EA) em câmara com alta temperatura e umidade relativa e avaliadas quanto à permeabilidade de membrana, através da condutividade elétrica (CE) da solução de embebição.

O teste de EA associado com o de CE foi sensível para distinguir a diferença de qualidade de semente entre os genótipos BR 83-147, FT-2 e FT-10, tendo sido observado que no tratamento Zero horas de EA o teste de CE distinguiu os genótipos na faixa de 0-40 micro-amperes, no EA de 48 horas /41°C, na faixa de 0-45 micro-amperes e no EA de 72 horas / 41°C na faixa de 0-35 micro-amperes. Para as cultivares IAS 5 e Davis, nas faixas de condutividade de 0-30, 0-35, 0-40, 0-45, 0-50, micro-amperes, a distinção de qualidade foi observada no tratamento de EA de 48 horas a 41°C

10.3.2. Avaliação da aplicação das equações de Roberts para a seleção de genótipos de soja com boa qualidade de sementes - Resultados de 1998

Em relatório do ano anterior, foram apresentados resultados da

aplicação das Equações de Roberts, visando a seleção de genótipos de soja, quanto à qualidade de suas sementes. Tais equações apresentam o princípio de que a deterioração das sementes, medida pela porcentagem de germinação em função do tempo, acompanha uma curva tipicamente sigmóide. Caso os dados percentuais de germinação venham a ser transformados em Probit, tal curva sigmóide passará a ser transformada em uma reta, que poderá ser representada por uma equação linear. O coeficiente angular de tal equação poderá refletir o índice de deterioração das sementes: quanto maior a inclinação da reta, mais rápida será a deterioração do lote.

Sementes de soja dos genótipos FT-2, Doko, BR 83-147 (reconhecidos por apresentarem alta qualidade de sementes), Bragg e Bossier (baixa qualidade), produzidas em Londrina, PR, foram colhidas no ponto de maturação fisiológica (R_7) e deixadas a secar em condições frescas e ventiladas, sendo a seguir trilhadas manualmente. Todas as sementes apresentavam elevada qualidade, com germinação e viabilidade determinada pelo tetrazólio acima de 98%. Amostras de sementes de cada genótipo foram acondicionadas em caixas plásticas (gerbox) com tela, sobre uma lâmina d'água de 40 ml, e colocadas em câmara de envelhecimento acelerado (EA) a 41°C por nove períodos que variaram de 0 a 192

horas, com intervalos de 24 horas. Após cada período, as sementes foram semeadas em rolo de papel, umedecido na proporção de 2,5 vezes o seu peso em água. A avaliação da germinação foi realizada após cinco dias em germinador mantido a 25°C, sendo anotados os valores percentuais de plântulas vigorosas germinadas. Tais valores foram então transformados em Probit e plotados em função dos nove períodos de exposição ao envelhecimento acelerado. Para cada genótipo foi determinada a regressão linear, obtendo-se os valores dos coeficientes angulares para cada genótipo e para cada transformação.

No ano anterior, a análise dos coeficientes angulares propiciou uma classificação coerente das cultivares, de acordo com a qualidade das se-

mentes, permitindo a perfeita identificação das cultivares de elevada qualidade (FT-2, Doko e BR 83-147) e as de baixa qualidade (Davis e Bossier). Já, os resultados obtidos em 1998 (Tabela 10.6) não foram tão coerentes como os do ano anterior. Doko e FT-2 foram classificadas entre as de melhor qualidade. Entretanto, houve uma inversão entre Bossier, que foi classificada como de alta qualidade, e BR 83-147, que foi considerada como de baixa qualidade.

Devido à tal falta de coerência e também ao fato de que a adoção dessa metodologia de seleção requer a execução de um grande volume de tarefas e análises, conclui-se que não é viável a adoção das Equações de Roberts para a seleção de genótipos de soja quanto à qualidade de suas sementes.

TABELA 10.6. Coeficientes angulares e de correlação e nível de significância das equações lineares, que representam a deterioração de sementes de cinco genótipos de soja, deterioradas em EA (100%UR/41°C) por nove períodos, variando de 0 a 192 horas, com intervalos de 24 horas. Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Genótipo	Coef. Angular	Coef. de Correlação	Significância
Doko	-0,0303	-0,85	< 1,0%
Bossier	-0,0305	-0,83	< 1,0%
FT-2	-0,0315	-0,81	< 1,0%
Bragg	-0,0323	-0,79	< 1,0%
BR83-147	-0,0372	-0,88	< 1,0%



10.4 Desenvolvimento de Metodologia Alternativa para o Teste de Tetrazólio em Sementes de Soja (04.0.94.327.05)

Nilton P. da Costa¹, José de B. França Neto¹,
Francisco C. Krzyzanowski¹,
Ademir A. Henning¹, José E. Pereira

10.4.1 Validação da metodologia alternativa para o teste de tetrazólio em sementes de soja

A avaliação do vigor de semente como uma atividade de rotina na indústria sementeira tem evoluído à medida que testes disponíveis vêm sendo aperfeiçoados, fornecendo maior precisão e reprodutividade dos resultados, o que é de extrema importância na tomada de decisão pelo sistema de produção e comercialização. Esses testes apresentam grandes perspectivas de uso no controle de qualidade, tendo em vista evitar o manuseio e a comercialização de sementes de qualidade inadequada. Métodos rápidos e confiáveis em programas de controle de qualidade tornam-se instrumentos imprescindíveis para a determinação do vigor e de outras características que envolvam a qualidade fisiológica do lote. A tomada de decisão durante o manejo e a comercialização de sementes deve ser baseada na análise mais completa possível de sua qualidade. Todavia, o setor sementeiro ainda não dispõe de

um teste que possa diagnosticar com detalhes e precisão a qualidade das sementes em poucas horas. Mediante essas circunstâncias, estão sendo pesquisadas novas alternativas para o teste de tetrazólio em soja, visando a redução do tempo de consumo na fase de pré-condicionamento das sementes, que atualmente é de 16 horas, para períodos inferiores a 10 horas.

A presente pesquisa tem como objetivo caracterizar o período mais adequado para que ocorra a coloração das sementes, quando submetidas à solução de tetrazólio, sem que ocorram distúrbios fisiológicos que possam afetar as estruturas embrionárias das sementes. Pretende-se ainda aferir o efeito da temperatura de 41°C, durante a etapa de pré-condicionamento, sobre o mecanismo de embebição das sementes de 14 genótipos de soja, tentando antecipar a leitura do teste de tetrazólio para períodos inferiores a 10 horas.

Com relação à safra 1998/99, estão sendo testados sementes dos genótipos BR 918548, BR 926569, BR 927303, BR 921042, EMBRAPA 58, EMBRAPA 59, EMBRAPA 60, EMBRAPA 61, EMBRAPA 62, EMBRAPA 132, EMBRAPA 133, EMBRAPA 134 e EMBRAPA 135, produzidos em Londrina/PR e Rolândia/PR, na safra 1998. Os tratamentos empregados foram dois períodos de pré-condicionamentos (4h e 6h) à temperatura de

¹ Bolsista CNPq (PQ).

41°C, e como testemunha empregou-se o procedimento habitual de 16h/25°C. Os parâmetros empregados para avaliar os tratamentos foram o vigor (TZ 1-3), viabilidade (TZ 1-5), danos mecânicos (TZ 6-8), deterioração por umidade (TZ 6-8), lesões de percevejos (TZ 6-8), e teor de água das sementes (%).

Os resultados deste estudo, em fase preliminar, estão indicando que sementes dos 14 genótipos, quando submetidas ao período de 4 horas de pré-condicionamento à temperatura de 41°C (4h/41°C) não têm apresentado um desenvolvimento de coloração adequado, quando submetidas à análise e interpretação do teste de tetrazólio, não favorecendo a avaliação do vigor (TZ 1-3) e da viabilidade (TZ 1-5). Por outro lado, os resultados de vigor e de viabilidade correspondentes ao período de 6h/41°C, independentemente do tamanho das sementes utilizadas, vêm apresentando boas perspectivas na interpretação e avaliação do vigor e viabilidade.

Quanto à deterioração por umidade, os dados obtidos até o momento, indicam que o tratamento 4h/41°C superestimaram a ocorrência desse tipo de dano após a execução do teste de tetrazólio. Esse fato tem afetado severamente a qualidade de coloração pelo tetrazólio, prejudicando a avaliação do vigor e da viabilidade. Também tem sido observado que as sementes

vêm apresentando coloração totalmente desuniforme, tanto a nos cotilédones como no eixo radícula-hipocótilo e, em muitos casos, o surgimento de manchas em mosaico, as quais mascaram totalmente a coloração das sementes, dificultando a identificação de alguns tipos de lesões. O aparecimento dessas características geralmente pode ser atribuída ao menor período de tempo em que as sementes ficam expostas à etapa de pré-condicionamento. Com relação às lesões causadas por percevejos, os dados obtidos até o presente momento mostram claramente que essas variáveis não vêm sendo afetadas durante a etapa de interpretação do tetrazólio, para os 14 genótipos testados, quando se comparou com a metodologia tradicional de 16h/25°C.

Com relação ao grau de umidade das sementes, os dados mostram que o período de 4h/41°C de embebição resultou em valores absolutos que variaram de 23,1% a 26,0%. Dentro dessa faixa de umidade, dificilmente ocorrerá um incremento das atividades metabólicas, especialmente com relação à enzima desidrogenase do ácido málico, responsável pela redução da sal de tetrazólio (2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio), responsável pelo desenvolvimento de coloração das sementes dos genótipos analisados. Por sua vez, os períodos de 6h/41°C e a testemunha (16h/25°C) possibili-

taram um bom padrão de desenvolvimento da coloração pelo tetrazólio, permitindo a leitura e a interpretação adequadas do vigor, da viabilidade, dos danos mecânicos, da deterioração por umidade e de lesões de percevejos. Tais resultados ratificam os obtidos em anos anteriores, validando, portanto, totalmente a metodologia alternativa para o teste de tetrazólio em sementes de soja.

10.4.2 Previsão da emergência a campo de lotes de sementes de soja, através dos resultados de vigor obtidos pelo teste de tetrazólio - safra 1998

O teste de tetrazólio é amplamente utilizado nos laboratórios que analisam sementes de soja no Brasil. No estado do Paraná, o teste é recomendado oficialmente, quando há a suspeita de que sementes de soja estejam infectadas pelos fungos *Phomopsis* spp. e/ou *Fusarium semitectum*.

A gama de informações fornecidas pelo teste, tais como, vigor, viabilidade, índices de danos mecânicos, de deterioração por umidade e de danos causados por percevejo, faz com que o mesmo seja um dos mais completos testes, disponíveis para a análise de sementes de soja. O fornecimento do diagnóstico das possíveis causas da baixa qualidade das sementes tem sido o grande responsável

pelo elevado índice de adoção do teste em nosso País, pois, além de apontar os problemas de redução de qualidade das sementes, o teste, quando aplicado nas diversas etapas do sistema de produção, pode identificar os pontos de origem desses problemas, permitindo que ações corretivas sejam adotadas, resultando na produção de sementes de alta qualidade.

Nos últimos anos, a Embrapa Soja publicou dois manuais sobre o teste e ofereceu treinamento sobre o teste para mais de 1.000 pessoas. Como consequência, hoje o teste é executado em todos os laboratórios brasileiros de análise de sementes, que trabalham com soja. Graças a tal fato, hoje, podemos dizer com orgulho, que o Brasil é o líder mundial de utilização do teste de tetrazólio a nível de rotina, superando, inclusive, os Estados Unidos, maior produtor dessa oleaginosa. Estima-se que cerca de 160.000 análises de tetrazólio são realizadas anualmente apenas com sementes de soja.

Entretanto, praticamente são inexistentes os estudos que relacionam os resultados do teste com os de emergência a campo. O setor produtivo de sementes de soja tem demandado tal tipo de informação, que, caso disponível, em muito contribuirá para aumentar a precisão de semeadura da soja. O presente experimento teve como objetivo principal

verificar a possibilidade da utilização dos dados de vigor e de viabilidade fornecidos pelo teste de tetrazólio, para prever a emergência a campo de sementes de soja.

Duzentos e trinta e seis amostras de sementes de soja de diversas cultivares, produzidas em várias regiões brasileiras foram utilizadas. Todas essas amostras foram submetidas ao teste de tetrazólio, no mês de outubro. Em novembro, foi realizada a avaliação da emergência a campo: cada lote foi avaliado através de quatro sub-amostras de 100 sementes, semeadas, cada uma, em uma linha de 4,0 m de comprimento. Apesar de ter sido suprida irrigação suplementar, as condições de campo não foram próximas das ideais, uma vez que as temperaturas do solo foram elevadas. A temperatura do solo durante a avaliação da emergência, foi monitorada em três profundidades, com termógrafo: 3,0; 5,0 e 7,0 cm. A temperatura do solo a 5,0 cm (profundidade média de semeadura) foi bastante elevada durante a execução do teste, e seus valores máximos oscilaram entre 31°C a 43°C no período de 20 dias após a semeadura, temperaturas essas consideradas acima do ideal para a expressão do potencial máximo de emergência a campo. Além disso, o sistema de irrigação não esteve disponível durante todo o período da germinação e de emergência,

resultando em períodos de deficiência hídrica pós-semeadura, condições essas consideradas estressantes. A avaliação da emergência foi realizada aos 25 dias após a semeadura.

As regressões entre os resultados de emergência a campo e os de vigor e viabilidade, obtidos pelo teste de tetrazólio, foram determinadas:

Emergência e TZ-Vigor:

$$Y = 0,9235x + 9,6125$$

$$R^2 = 0,80^{***}$$

Emergência e TZ-Viabilidade:

$$Y = 1,2647x - 32,207$$

$$R^2 = 0,81^{***}$$

A avaliação de emergência a campo foi também realizada com sementes de 76 amostras de sementes de diversas cultivares, previamente tratadas com a mistura dos fungicidas thiabendazol e thiram, na dose de 17 g + 70 g dos princípios ativos por 100 kg de sementes. A análise de regressão entre os resultados de TZ-Vigor e emergência a campo para tais sementes revelou a seguinte equação:

Emergência (sementes tratadas) e TZ-Vigor:

$$Y = 0,729x + 30,025$$

$$R^2 = 0,81^{***}$$

Deve-se destacar que tal regressão foi muito semelhante à obtida

em 1997 com sementes não tratadas, semeadas em condições de temperatura e umidade do solo próximas às ideais, conforme consta em relatório do ano anterior:

Emergência e TZ-Vigor (referente a 1997):

$$Y = 0,717x + 28,669$$

$$R^2 = 0,80^{***}$$

Isso significa que apesar das condições desfavoráveis de solo observadas em 1998, durante a execução dos testes de emergência, o tratamento de sementes propiciou uma melhora de 10% no índice médio de emergência das 76 amostras avaliadas (emergência média de 62% para sementes não tratadas e de 72% para tratadas), resultando em uma equação muito semelhante à obtida em 1997, quando o teste foi realizado em condições de campo próximas das ideais.

Comparando-se as regressões obtidas com sementes não tratadas nos dois anos de estudo, verifica-se que ambas são muito distintas, devido à variação das condições de temperatura e umidade no solo de um ano para outro. Uma vez que o tratamento de sementes de soja hoje é uma prática corriqueira e rotineira em quase 100% dos produtores de soja, pode-se sugerir que nos próximos anos, tais avaliações venham a ser realizadas com sementes tratadas com fungicidas,

avaliando-se o potencial de emergência em duas condições: estressantes e também próximas das ideais.

Apesar de todas as variações observadas, pode-se verificar preliminarmente que o índice de vigor fornecido pelo teste de tetrazólio pode ser utilizado com boa segurança para predizer o potencial de emergência a campo de lotes de sementes. Estudos adicionais serão realizados na próxima safra.

10.4.3 Experimento: Utilização do teste de envelhecimento acelerado para predizer a emergência a campo de lotes de sementes de soja

O presente experimento foi realizado para verificar se os resultados obtidos com o teste de envelhecimento acelerado podem ser utilizados como os obtidos pelo teste de tetrazólio, para predizer o potencial de desempenho a campo, quanto à emergência de plântulas.

Segundo levantamentos recentes realizados pelo Comitê de Vigor da ABRATES-Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, o envelhecimento acelerado (EA) é o segundo teste de vigor mais corriqueiramente utilizado pelos laboratórios de sementes de soja no Brasil, só perdendo para o teste de tetrazólio, que é o mais utilizado.

O teste de EA é normalmente utilizado para predizer o potencial de

armazenamento de sementes de soja. A metodologia recomendada envolve um período de 48 horas de exposição ao envelhecimento, sob temperatura constante de 41°C a 100% de UR do ar. Entretanto, assim como para o teste de tetrazólio, são poucas as informações disponíveis que possibilitam a previsão do potencial de emergência a campo de sementes de soja através do EA. Dados preliminares produzidos pela Embrapa Soja com um reduzido número de amostras de sementes de soja nos anos de 1983 e 1984 indicaram que o teste de EA poderia ser utilizado como um bom indicativo para estimar a emergência a campo, quando o teste era realizado por ocasião da época de semeadura. Para tanto, o período de exposição das sementes ao EA deveria ser reduzido de 48 para 24 horas. O objetivo do presente experimento foi o de verificar a possibilidade da utilização dos teste de EA para prever a emergência a campo de sementes de soja.

Noventa e três amostras de sementes de soja de diversas cultivares, produzidas em várias regiões brasileiras foram utilizadas. Todas essas amostras foram submetidas ao teste de EA (24h/41°C/100%UR) cerca de quinze dias antes da semeadura a campo, que ocorreu em 12 de novembro de 1998. A avaliação da emergência de plântulas foi realizada, utilizando-se de quatro sub-amostras de 100

sementes para cada amostra, semeadas, cada uma, em uma linha de 4,0 m de comprimento. Apesar de ter sido suprida irrigação suplementar, as condições de campo não foram próximas das ideais, uma vez que as temperaturas de solo constatadas foram elevadas. A temperatura do solo durante a avaliação da emergência, foi monitorada em três profundidades, com tele-termógrafo: 3,0, 5,0 e 7,0 cm. A temperatura do solo a 5,0 cm (profundidade média de semeadura) foi bastante elevada durante a execução do teste, e seus valores máximos oscilaram entre 31°C a 43°C no período de 21 dias após a semeadura, temperaturas essas consideradas acima do ideal para a expressão do potencial máximo de emergência a campo. Além disso, o sistema de irrigação não esteve disponível durante todo o período da germinação e de emergência, resultando em períodos de deficiência hídrica pós-semeadura, condições essas consideradas estressantes. A avaliação da emergência foi realizada aos 25 dias após a semeadura.

A regressão entre os resultados de emergência a campo e os de vigor, obtidos pelo teste de EA, foi obtida:

Emergência e EA (24h):

$$Y = 0,836x + 9,1496$$

$$R^2 = 0,85 \quad ***$$

Foi também realizado um estudo de regressão entre os resultados do teste de EA de 36 amostras de sementes não tratadas e os resultados de emergência a campo, com as sementes tratadas com a mistura dos fungicidas thiabendazol e thiram, na dose de 17 g + 70 g dos princípios ativos por 100 kg de sementes. A regressão obtida foi:

Emergência (sementes tratadas) e EA (24h):

$$y = 0,6225x + 30,509$$

$$R^2 = 0,87^{***}$$

Observou-se que o teste de EA mostrou-se eficaz para prever a emergência de sementes de soja para a grande maioria das amostras avaliadas, mesmo sob as condições estressantes de temperatura e de umidade do solo constatadas durante a execução da avaliação, tanto para sementes tratadas quanto não tratadas com fungicidas. Avaliações adicionais devem ser realizadas na próxima safra.



10.5 Metodologia Alternativa para o Teste Padrão de Germinação de Sementes de Soja (04.0.94.327-06)

José de B. França Neto¹, Francisco C. Krzyzanowski¹, Ademir A. Henning¹,
Nilton P. da Costa¹

A avaliação da germinação de sementes de soja pode ser determinada em substrato de rolo de papel ou em areia. Porém, o método do rolo de papel, devido à sua simplicidade, facilidade e menor custo, é utilizado por todos os laboratórios de análise de sementes de soja no Brasil. Entretanto, tal método pode apresentar sérias deficiências técnicas: sementes de boa qualidade podem ter baixos índices de germinação, ao passo que no solo podem apresentar bons índices de germinação e emergência. Uma vez que este teste é utilizado oficialmente para fins de comercialização, esta limitação implica em que grande número de lotes de sementes de soja de boa qualidade possam ser descartados anualmente para a indústria de grãos.

Problemas dessa natureza têm ocorrido com sementes das cultivares BR-16, EMBRAPA 48 e EMBRAPA 63 (Mirador), devido a problemas de danos de embebição. Estas limitações foram parcialmente superadas, através de trabalhos e recomendações realizadas pela Embrapa Soja desde 1993,

¹ Bolsista do CNPq (PQ).

recomendações essas que salvaram a cultivar BR-16, que ainda hoje é a mais cultivada no Paraná e no Brasil. Entretanto, permanece a dúvida se essas limitações vêm também ocorrendo com sementes de outras cultivares de soja utilizadas no Brasil.

Assim, os objetivos desse subprojeto são: a) determinar métodos alternativos para a correta avaliação da germinação de sementes de soja; b) procurar caracterizar os fatores fisiológicos ligados aos elevados percentuais de anormalidade de plântulas da cultivar BR-16 durante a execução do teste de germinação; c) identificar quais as cultivares de soja que também estão sujeitas ao dano de embebição, que ocorre no teste padrão de germinação e sugerir metodologias alternativas para superar o problema.

10.5.1 Avaliação da suscetibilidade das principais cultivares de soja utilizadas no Brasil ao dano de embebição no teste padrão de germinação - 1998

O presente experimento foi conduzido com o objetivo de verificar se há, dentre as principais cultivares de soja utilizadas em todas as regiões produtoras do Brasil, alguma outra, além da BR-16, que seja sensível ao dano de embebição no teste de germinação padrão. Em 1996, conforme relatado no ano anterior, verificou-se que, além da BR-16, as cvs. FT-Jatobá e EMBRAPA 48 mostram-se

suscetíveis ao problema do dano de embebição. Em 1997, a cultivar EMBRAPA 63 (Mirador) mostrou-se suscetível a tal tipo de problema. O Laboratório Oficial de Análise de Sementes da CLASPAR e os Laboratórios de Análise de Sementes do Paraná foram devidamente alertados sobre tal fato, sendo também orientados quanto à adoção da metodologia alternativa para a execução do teste de germinação.

Em 1998, foram avaliadas 10 cultivares e duas linhagens, totalizando 226 lotes de sementes, provenientes de quatro estados. Tais sementes foram produzidas pelo Serviço de Produção de Sementes Básicas da Embrapa. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Sementes da Embrapa Soja, onde foram realizados os testes de tetrazólio completo, de emergência em areia, de patologia, de germinação padrão em substrato de rolo de papel, com e sem o pré-condicionamento das sementes. Tal pré-condicionamento, que consiste em aumentar o grau de umidade das sementes a níveis superiores a 15,0%, foi realizado através da colocação das sementes em caixas plásticas do tipo "gerbox" com tela, comumente usadas no teste de envelhecimento precoce, contendo uma lâmina de 40 ml de água, pelo período de 24 horas, a 25°C, após o que foram semeadas normalmente em rolo de papel,

conforme preconizado nas Regras para Análise de Sementes.

Os resultados de todos os testes foram tabulados por cultivar e foram comparados entre si, verificando-se se o pré-condicionamento propiciou um aumento nos valores de germinação. Uma resposta positiva ao pré-condicionamento foi caracterizada quando duas situações ocorriam concomitantemente: a) houve um incremento na germinação de pelo menos 6,0%, comparando-se os resultados dos testes de germinação sem e com o pré-condicionamento; b) houve uma redução efetiva de 6,0% ou mais no percentual de plântulas anormais após o pré-condicionamento. Além disso, para as amostras que respondiam positivamente, verificava-se se os resultados obtidos após o pré-condicionamento eram compatíveis com os obtidos nos testes de tetrazólio para viabilidade e nos de emergência em areia.

Os 12 genótipos testados foram: EMBRAPA 59, EMBRAPA 60, EMBRAPA 61, EMBRAPA 133, EMBRAPA 134, EMBRAPA 136, EMBRAPA 138, BRS-153, Pintado, Uirapuru, BR 92-36401 e PF 93-123. Nenhum dos genótipos apresentou problemas relativos ao dano de embebição. Apenas a cv EMBRAPA 61 mostrou 2% dos seus lotes respondendo positivamente ao pré-condicionamento. Porém, tal índice não carac-

teriza suscetibilidade dessa cultivar ao problema. Em 1997, 10% dos lotes avaliados de tal cultivar mostraram respostas ao pré-condicionamento. Mesmo assim, a referida cultivar não foi caracterizada como suscetível ao problema do dano de embebição. Além da EMBRAPA 61, as cultivares EMBRAPA 59 e EMBRAPA 60 haviam sido avaliadas em 1997 e também não acusaram problemas com esse tipo de dano.



10.6 Embalagem de Sementes de Soja para Armazenamento em Regiões Tropicais e Subtropicais (04.O.94.327-07)

Ademir A. Henning¹, José de B. França Neto¹,
Francisco C. Krzyzanowski¹, Nilton P. da Costa¹,
Elisabeth A.F. de Mendonça²,
Paula C. Francovig³

Os resultados obtidos na safra 1997/98, já relatados, demonstraram que a utilização das embalagens plásticas de 40 kg, apesar de não terem propiciado resultados altamente satisfatórios do ponto de vista agrônomo, garantiram melhor qualidade das sementes. Por esta razão, em 10 de novembro de 1998 foi instalado novo experimento na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, em Cuiabá, MT, com o objetivo de pesquisar novas alternativas de

embalagens plásticas de 25 kg de sementes. O experimento está em andamento e os resultados serão relatados no próximo ano.



10.7 Proteínas Biotinizadas e a Qualidade da Semente de Soja (04.O.94.327-08)

José de B. França Neto, Luciana do V. Rego⁴
Francisco C. Krzyzanowski e Sherlie H. West⁴

A qualidade fisiológica da semente de soja é dependente da interação de diversos fatores, cuja ação pode resultar em sua deterioração. A deterioração da semente de soja é resultante de diversos processos físicos, patológicos e bioquímicos. Bioquimicamente, o metabolismo e a ação de diversas macromoléculas estão relacionados com o processo de deterioração. Dentre essas macromoléculas, destacam-se enzimas e proteínas específicas, como é o caso das proteínas de choque térmico. Recentemente, foi relatada a presença de um outro grupo de proteínas associadas à biotina, que podem estar relacionadas com a tolerância das sementes à dessecação. Assim como as proteí-

nas de choque térmico (PCTs), as proteínas biotinizadas das sementes (PBSs) podem também estar correlacionadas com a qualidade das sementes de soja. Pretende-se, então, verificar em detalhes, através do presente subprojeto, se há alguma relação entre a expressão das PBSs e a qualidade das sementes de soja. Além disso, será verificado se algumas das PBSs podem pertencer, também, ao grupo das PCTs. Será, também, verificada a possibilidade da utilização da expressão das PBSs como ferramenta adicional para a identificação de genótipos de soja, verificando-se se o perfil eletroforético das PBSs em Western Blots permite a caracterização dos diferentes genótipos testados. Como um objetivo adicional, pretende-se estudar em detalhes a expressão de tais PBSs durante o processo de germinação das sementes de soja.

10.7.1 Uso de proteínas associadas à biotina em sementes (PBSs) para a identificação e caracterização de cultivares de soja

A ocorrência de proteínas biotinizadas em sementes, foi relatada apenas recentemente em ervilha. Três proteínas foram relatadas: duas delas associadas com atividades enzimáticas; a terceira, com PM de 65 kDa (PB65), foi especificamente expressa em sementes, sendo ausente em tecidos de folhas, raízes, caules, vagens

¹ Bolsista do CNPq (PQ);

² UFMT, Cuiabá, MT;

³ Bolsista de Aperfeiçoamento do CNPq;

⁴ Universidade da Flórida.

e flores. Tal proteína desapareceu rapidamente nos primeiros dias, após o início do processo de germinação. Assim como foi verificado em ervilha, tais proteínas foram também detectadas em soja em estudos realizados recentemente na Universidade da Flórida. Em soja, três grupos de proteínas foram relatados: o primeiro com PM de 85 kD, o segundo com 75 kD e o terceiro, com 35 kD. Estudos relatados anteriormente verificaram que tais proteínas estão presentes nas sementes de soja, atingindo seus níveis máximos de concentração nas sementes queiscentes (maduras e secas) e com os processos de embebição e de germinação, tais proteínas desaparecem.

A biotina é uma vitamina importante aos organismos vivos. Ela é biologicamente ativa como um grupo de proteína prostética, catalizando, enzimaticamente, as reações de carboxilação. Já foi demonstrado, em um mutante de *Arabidopsis thaliana*, que a biotina não é essencial para a germinação das sementes, porém o é para assegurar o desenvolvimento normal de suas plântulas.

Como tais proteínas são de descoberta recente, pouco se sabe sobre suas funções. Até o presente, os estudos realizados em soja com tais PBSs restringiram-se apenas à cultivar americana, Kirby. Assim sendo, não

é conhecido se há variabilidade genética quanto à expressão dessas proteínas, entre os genótipos e cultivares de soja. Caso tal variação possa existir, a detecção de tais proteínas, através do Western blot, poderá ser utilizada como um teste adicional para a identificação e caracterização de cultivares de soja em laboratório. O objetivo do presente experimento foi o de verificar a possibilidade da utilização da expressão das PBSs como ferramenta adicional para a identificação de genótipos de soja, verificando-se se o perfil eletroforético das PBSs em Western Blots permite a caracterização dos diferentes genótipos testados.

Seis genótipos de soja foram avaliados: EMBRAPA 48, EMBRAPA 58, EMBRAPA 62, BR-16, Bossier e Doko. Os cotilédones (COTs) e eixo embrionários (EEs) das sementes de tais cultivares foram separados. Desses materiais, foram extraídas as proteínas, realizando-se, a seguir, as análises eletroforéticas (10% SDS) e Western blots, utilizando-se do complexo de estreptavidine e fosfatase alcalina biotinizada.

Assim como já constatado na cultivar Kirby, em todas as cultivares de soja estudadas, três grupos de PBSs foram encontrados: o primeiro consistiu-se de um agregado de três bandas, com peso molecular (PM) médio de 85 kD (denominadas

PBS85), detectado em extratos brutos de EEs; o segundo, PB75, constituído de uma única banda protéica, com PM de 75 kD (PBS75) presente em extratos de COTs e de EEs extraídos; o terceiro grupo, com PM médio de 35 kD (PBS35), foi detectado, em altas concentrações, apenas em COTs.

De maneira geral, não foram observadas diferenças marcantes quanto à expressão das PBSs entre as seis cultivares estudadas. Estudos adicionais serão realizados com um maior número de cultivares, visando verificar se há alguma variabilidade quanto à expressão dessas proteínas entre genótipos de soja.



Nº do Projeto: 10.0.97.361 **Líder:** Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi

Nº de Subprojetos que compõem o Projeto: 04

Unidades Instituições Participantes: Embrapa Soja, Embrapa Agroindustrial de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina

Tem-se observado uma demanda crescente de informações sobre quais cultivares apresentam características específicas de qualidade que o mercado exige (indústria e exportação). No subprojeto 10.0.97.361.01, a avaliação da matéria prima (cultivares de soja) quanto à componentes químicos, características físicas, tecnológicas e sensoriais, permite uma definição de quais cultivares são mais adequadas para os diferentes usos ou processamentos da soja. A avaliação desses caracteres em grãos provenientes de diferentes locais da região produtora de soja, também é interessante porque viabiliza a produção de soja em locais que otimizam o desenvolvimento das características de qualidade. O subprojeto 10.0.97.361.03, cujo objetivo é o desenvolvimento de novos produtos, fornece alternativas de utilização de soja que podem ampliar a aceitabilidade dos produtos a base de soja. Produtos de fácil preparo e aceitabilidade, como macarrão com adição de 20% de farinha de soja, foram testados. O uso adequado de soja na alimentação humana é uma tecnologia testada pela Embrapa Soja muito solicitada pela sociedade. O trabalho de difusão dessa tecnologia é evidenciado no subprojeto 10.097.361.04, que divulga e promove essa leguminosa desconhecida dos brasileiros.

11.1 Caracterização Química, Física, Tecnológica e Sensorial de Cultivares de Soja, Provenientes das Diferentes Regiões Produtoras do Brasil (10.0.97.361-01)

Mercedes Concórdia Carrão Panizzi

Com o objetivo de avaliar as características relevantes para utilização de cultivares de soja e a influência dos diferentes ambientes de cultivo sobre esses caracteres, foram realizadas análises de óleo, de proteína, de

ácidos graxos (oleico, linoleico, linolênico, palmítico e esteárico), de açúcares (rafinose, estaquiose, frutose e sacarose) e de minerais (P, Ca, Mg, Fe, K, Na, Mn, Zn e Cu), nos grãos das cultivares Paranagoiana e IAS 5, semeadas em Brasília (15°35' Latitude Sul, DF), Balsas (07°33' Latitude Sul, MA) e Londrina (23°12' Latitude Sul, PR). Determinações desse tipo possibilitam a definição dos melhores locais para cultivo da soja, para obtenção de matéria prima para a indústria de alimentos, conforme usos específicos.

As análises foram realizadas na Embrapa - Agroindústria de Alimentos, conforme as seguintes metodologias: óleo - aparelho auto-analisador (infra vermelho); proteína - método de Kjeldahl; Ácidos graxos - cromatografia de gás; açúcares e oligossacarídeos - cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC); minerais - ICP plasma (Spectro Analytical Instruments). Os dados obtidos foram submetidos à análises de variância e as médias

foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os resultados das análises de ácidos graxos mostraram que, em média, as cultivares IAS 5 e Paranagoiana, foram diferentes quanto aos teores desses compostos. A cultivar IAS 5, apresentou maior concentração de oleico, e menores teores de linoleico e linolênico, o que é uma característica desejável porque confere maior estabilidade ao óleo de soja (Tabela 11.1). A influência do local de semeadura sobre as concentrações desses ácidos graxos foi evidente, quando a cultivar Paranagoiana foi semeada em Balsas e em Brasília. Na semeadura em Balsas, o teor de oleico aumentou significativamente, enquanto que a concentração de linoleico e linolênico se reduziram (Tabela 11.2). Quando a cultivar IAS 5 foi semeada em Londrina e Brasília, observou-se diferenças somente no teor de linoleico, com maior concentração em londrina (Tabela 11.3). A cultivar IAS 5 apresentou maior teor de óleo que a culti-

TABELA 11.1. Teor percentual médio de ácidos graxos nas cultivares de soja IAS 5 e Paranagoiana produzidas em Brasília, DF. Embrapa Soja, Londrina-PR, 1998.

Cultivares ¹	Palmítico	Esteárico	Oleico	Linoleico	Linolênico
IAS 5	10,72 a	4,11 a	28,25 a	49,23 b	6,61 b
Paranagoiana	10,68 a	3,44 b	21,29 b	56,36 a	8,21 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

¹ Média de três repetições.

TABELA 11.2. Teor percentual médio de ácidos graxos na cultivar de soja Paranagoiana semeada em Brasília (DF) e Balsas (MA). Embrapa Soja, Londrina-PR, 1998.

Locais ¹	Palmitico	Estearico	Oleico	Linoleico	Linolênico
Brasília	10,68 a	3,44 a	21,29 b	56,36 ab	8,21 a
Balsas	9,31 b	3,06 a	33,78 a	48,30 b	5,54 b

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

¹ Média de três repetições.

TABELA 11.3. Teor percentual médio de ácidos graxos na cultivar de soja IAS 5 semeada em Londrina (PR) e Brasília (DF). Embrapa Soja, Londrina-PR, 1998.

Locais ¹	Palmitico	Estearico	Oleico	Linoleico	Linolênico
Londrina	10,79 a	3,50 b	25,90 a	52,82 a	6,76 a
Brasília	10,72 a	4,11 a	28,25 a	49,23 b	6,61 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

¹ Média de três repetições.

var Paranagoiana quando semeadas em Londrina (21,2 e 19,9%, respectivamente). Entretanto, quando a cultivar Paranagoiana foi semeada em Balsas, o teor de óleo aumentou significativamente para 22,1%. O teor de proteína entre as cultivares foi semelhante (40,9 e 41,2%). A cultivar IAS 5, quando semeada em Londrina reduziu seu teor protéico significativamente (38,3%). Esses resultados sugerem que Balsas é um bom local para cultivo de soja para o consumo humano, uma vez que permite maior concentração de proteína, óleo e melhor balanceamento dos ácidos graxos essenciais. Nesse caso há melhora da

quantidade e da qualidade do óleo de soja. Percebe-se também que Londrina não é o melhor local para produção de soja com teores mais elevados de proteína.

Quanto as concentrações de oligossacarídeos, os quais são causadores de flatulência devido a difícil digestão desses açúcares complexos, principalmente em organismos não acostumados com o consumo de leguminosas, observou-se que não houve diferença significativa entre as cultivares IAS 5 e Paranagoiana, para os teores de rafinose, estaquiose e sacarose (Tabela 11.4). Entretanto, observou-se que Paranagoiana apresentou o

TABELA 11.4. Teor médio (g/100g) de oligossacarídeos nas cultivares de soja IAS 5 e Paranagoiana semeadas em Brasília, DF. Embrapa Soja, Londrina-PR, 1998.

Cultivares ¹	Rafinose	Estaquiase	Frutose	Sacarose
IAS 5	0,52 a	3,57 a	0,15 b	5,33 a
Paranagoiana	0,60 a	3,48 a	0,26 a	5,59 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

¹ Média de três repetições.

dobro da concentração de frutose apresentada pela IAS 5. Como frutose é um açúcar com poder adoçante, pode-se inferir que o sabor de Paranagoiana deve ser mais suave que o de IAS 5. A frutose sofreu variação no teor devido ao ambiente quando

as cultivares IAS 5 e Paranagoiana foram semeadas em diferentes locais. Em Balsas, a Paranagoiana apresentou uma concentração mais elevada de frutose (Tabela 11.5), enquanto que a cultivar IAS 5 apresentou maior teor em Londrina (Tabela 11.6), apesar da

TABELA 11.5. Teor médio médio (g/100g) de oligossacarídeos na cultivar de soja Paranagoiana semeada em Brasília (DF) e Balsas (MA). Embrapa Soja, Londrina-PR, 1998.

Locais ¹	Rafinose	Estaquiase	Frutose	Sacarose
Brasília	0,60 a	3,48 a	0,26 b	5,59 a
Balsas	0,97 a	3,82 a	0,42 a	3,20 b

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

¹ Média de três repetições.

TABELA 11.6. Teor médio (g/100g) de oligossacarídeos na cultivar de soja IAS 5 semeada em Londrina (PR) e Brasília (DF). Embrapa Soja, Londrina-PR, 1998.

Locais ¹	Rafinose	Estaquiase	Frutose	Sacarose
Londrina	0,68 a	4,42 a	0,22 a	5,14 b
Brasília	0,52 b	3,57 a	0,15 a	5,33 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

¹ Média de três repetições.

não significância. Possivelmente devido a variabilidade amostral, por problemas na semente ou na análise, não obteve-se homogeneidade de variância, uma vez que os dados obtidos foram 0,23, 0,26 e 0,16 nas três repetições da semeadura da IAS 5, em Londrina. Os resultados obtidos sugerem que semeaduras em Balsas favorece também a concentração de frutose, o que implica em sabor melhor para as cultivares.

Quanto aos teores de minerais, não foram observadas diferenças entre as cultivares, exceto para o cálcio. A cultivar IAS 5 apresentou um significativo teor mais elevado de cálcio do que a Paranagoiana (Tabela 11.7). O teor de cálcio é interessante quanto ao valor nutricional, mas também está relacionado com dureza do grão para

o cozimento. Os teores de alguns minerais são mais influenciados pelo ambiente de cultivo, como pode-se perceber no teor de alumínio da IAS 5 semeada em Londrina e Brasília (2,21 e 4,34 mg/100g, respectivamente, Tabela 11.8). O zinco é um microelemento essencial, que também foi influenciado pelo local de semeadura. Maiores concentrações desse mineral foi observado em Londrina e em Balsas, nas cultivares IAS 5 e Paranagoiana, respectivamente (Tabela 11.8 e 11.9). A soja é uma fonte referencial de ferro, sendo que é interessante observar que a concentração desse composto parece ser estável entre as cultivares e não influenciada pelo ambiente (Tabela 11.7, 11.8, e 11.9).

TABELA 11.7. Teor médio de minerais (mg/100g) nas cultivares de soja IAS 5 e Paranagoiana semeadas em Brasília (DF). Embrapa Soja, Londrina-PR, 1998.

Cultivares ¹	P	Ca	Mg	Fe	K	Na
IAS 5	565,9 a	192,4 a	244,5 a	12,2 a	1739 a	5,09 a
Paranagoiana	415,5 a	165,5 b	230,4 a	11,2 a	1787 a	5,54 a
Continua...						
...Continuação						
Cultivares ¹	Mn	Zn	Cu	Al	Mo	
IAS 5	0,06 a	4,63 a	0,99 a	4,34 a	0,09 a	
Paranagoiana	0,06 a	4,07 a	0,77 b	3,69 a	0,09 a	

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

¹ Média de três repetições.

TABELA 11.8. Teor médio de minerais (mg/100g) na cultivare de soja IAS 5 semeada em Londrina (PR) e Brasília (DF). Embrapa Soja, Londrina-PR, 1998.

Locais ¹	P	Ca	Mg	Fe	K	Na
Londrina	514,9 a	189,0 a	228,5 a	11,9 a	1813 a	5,98 a
Brasília	565,9 a	192,4 a	244,5 a	12,2 a	1739 a	5,09 a

Continua...

...Continuação

Locais ¹	Mn	Zn	Cu	Al	Mo
Londrina	0,50 a	5,42 a	1,16 a	2,21 b	0,09 a
Brasília	0,06 b	4,63 b	0,99 b	4,34 a	0,09 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

¹ Média de três repetições.

TABELA 11.9. Teor médio de minerais (mg/100g) nas cultivares de soja Paranagoiana semeada em Brasília (DF) e Balsas (MA). Embrapa Soja, Londrina-PR, 1998.

Locais ¹	P	Ca	Mg	Fe	K	Na
Brasília	415,5 a	165,5 a	230,4 a	11,2 a	1787 a	5,54 a
Balsas	510,0 a	187,0 a	224,0 a	10,1 a	1656 a	5,07 a

Continua...

...Continuação

Locais ¹	Mn	Zn	Cu	Al	Mo
Brasília	0,06 a	4,07 b	0,77 b	3,69 a	0,09 a
Balsas	0,06 a	5,10 a	0,17 a	3,33 a	0,16 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

¹ Média de três repetições.



11.2 Desenvolvimento de Alimentos Tradicionais Formulados com Derivados de Soja Visando Aumento de seu Consumo (10.0.97.361-03)

José Marcos Gontijo Mandarino,
Mercedes C. Carrão-Panizzi,
José Renato Bordingnon

O desenvolvimento de produtos tradicionais formulados com derivados da soja, de preparo fácil e rápido para serem utilizados rotineiramente na alimentação humana, são necessários para garantir a aceitabilidade da soja. Com esse objetivo foi desenvolvido um macarrão do tipo massa fresca, cuja formulação (farinha de trigo, água, óleo vegetal, ovos e farinha de soja) foi avaliada com diferentes concentrações de farinha de soja integral micronizada e de farinha de soja caseira (0, 10, 15, 20, 25 e 30%). A formulação com 20% de farinha de soja industrial, 10% de farinha de soja caseira, e 30% de resíduo proveniente da extração de leite de soja, forneceu um produto de boa qualidade. A adição de 20% de farinha de soja permitiu aumento de 40% no teor de proteína quando comparado com o macarrão convencional. Essa combinação de leguminosa e cereal confere a esse macarrão características nutricionais superiores e melhor qualidade protéica, devido ao balanço adequado de aminoácidos essenciais. As análises químicas de composição centesimal do macarrão, mostraram que o macarrão convencional apresen-

tou 12,1% de proteínas, 1,0% de lipídios, 73,3% de carboidratos e 13,6% de umidade, enquanto que o macarrão com soja apresentou 18,5% de proteínas, 5,5% de lipídios, 67,4% de carboidratos, e 7,2% de umidade. Devido ao maior teor de lipídio, o macarrão com soja é mais calórico (392,6 cal/100g) que o convencional (256,1 cal/100g). Portanto, o macarrão enriquecido com soja, é uma alternativa saudável de alimentação para crianças em crescimento, que necessitam dietas calórico-protéicas.

Na análise sensorial, quando foi realizado o teste massal de preferência para medir aceitabilidade, os resultados indicaram que o macarrão pode ser amplamente aceito, uma vez que 82% dos provadores o classificaram como ótimo e muito bom (Fig. 11.1). Como é de fácil preparo, o novo macarrão pode ser feito em casa ou produzido em pequena e média escalas, por agroindústrias estabelecidas por grupos de agricultores organizados em

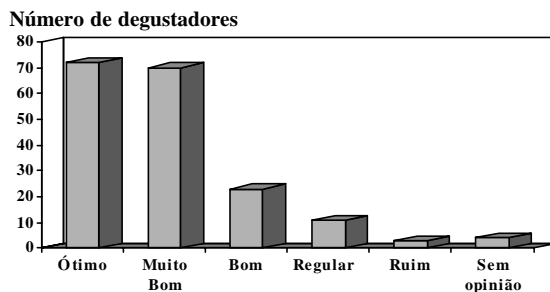


FIG. 11.1. Teste de preferência do macarrão enriquecido com 20% de farinha de soja.

pequenas cooperativas e, portanto, constituir uma fonte de renda familiar. Para industrialização desse macarrão deverá ser conduzido um trabalho em parceria com indústrias interessadas, como também um trabalho de propaganda e marketing para a sua comercialização.

Nos programas municipais, que possuem “vacas mecânicas” para a produção de “leite” de soja, o resíduo restante desse processo também pode ser utilizado na produção do macarrão na proporção de 30%, constituindo outra opção de uso desse subproduto da extração do “leite” de soja, que já é utilizado na panificação. Desse modo, pode ser adotado na merenda escolar da rede pública, em entidades assistenciais, como creches e asilos, em escolas profissionalizantes e nos hospitais.

A soja frita é um produto produzido na Embrapa Soja, que tem sido muito utilizado nos eventos de divulgação da soja para alimentação humana.

Num evento promovido pela Secretária da Agricultura do município de Londrina, foi realizado um teste de preferência massal com esses salgadinhos. Os resultados do teste indicaram que 84% dos degustadores acharam o produto muito bom e ótimo, indicando uma boa aceitabilidade da soja frita.

11.3 Difusão de Tecnologia Visando a Utilização da Soja e seus Derivados na Alimentação Humana (10.0.97.361-04)

José Marcos Gontijo Mandarino,
Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi,
José Renato Bordingnon

O subprojeto de difusão da soja para a alimentação humana, iniciado em 1997, é de grande importância para que a utilização dessa leguminosa, com grande potencial nutritivo e amplamente cultivada no país, seja intensificada nas diferentes regiões.

A limitação na utilização da soja na dieta brasileira é devido, principalmente, ao desconhecimento de seu preparo “in natura”, falta de hábito alimentar e às restrições quanto ao seu sabor característico, quando preparada de maneira incorreta.

Os objetivos desse subprojeto são: 1) ministrar treinamentos sobre a utilização correta da soja na alimentação humana direcionados a um público específico, ligado principalmente à alimentação em instituições públicas como por exemplo: prefeituras municipais, entidades assistenciais (creches e escolas profissionalizantes), merendeiras de escolas da rede pública, hospitais, universidades, dentre outras; 2) divulgar a soja como uma alternativa alimentar nutritiva, saudável e econômica para o público em geral através de matérias na im-

prensa nacional (jornais, rádio e televisão), unidades de degustação (UDs) de produtos de soja em feiras agropecuárias, coquetéis e cafés em eventos para técnicos e lideranças políticas, empresariais, sociais e comunitárias.

Em 1998 foram produzidas 50.850 bolachas e 3.300 pacotinhos de soja frita e, ainda, pães, bolos, tortas, doces e salgadinhos para atender a eventos de divulgação interna (ACS-Embrapa Soja) tais como: visitas semanais de estudantes das escolas públicas e particulares de Londrina, num total de 1401 alunos, visitas oficiais de autoridades, visitas de pesquisadores de outras instituições de pesquisa nacionais e internacionais e visitas de profissionais do setor privado e externa (ACS-Embrapa Sede, Diretoria Executiva). Foram realizados, também, 30 cursos envolvendo 14 instituições, três eventos com a participação de 1785 pessoas e 16 entrevistas, em diferentes regiões do país.



11.4 Caracterização de Cultivares e Linhagens de Soja Quanto à Época de Semeadura (04.0.94.321-13)

Warney Mauro da Costa Val

A cultura da soja está sujeita a diversos fatores aleatórios de ordem

climática que podem causar grandes prejuízos. Um dos principais é a precipitação pluviométrica: escassez ou excesso. O chamado veranico, que pode ocorrer nos primeiros meses do ano, freqüentemente prejudica a cultura da soja, salvando-se, às vezes, as culturas precoces. Trabalhos de melhoramento e de manejo da cultura têm sido desenvolvidos para minimizar as perdas, melhorando a eficiência de uso da água disponível pelas plantas, distribuída em várias épocas de semeadura.

11.4.1 Resposta de cultivares recomendadas para o Estado do Paraná a diferentes épocas de semeadura

O trabalho foi conduzido na área experimental da Embrapa Soja envolvendo nove cultivares de soja BR's semeadas em cinco épocas, de setembro a dezembro. O objetivo foi determinar qual a melhor época de semeadura das cultivares recomendadas para o Paraná. Na análise dos dados, verificou-se que a melhor época de semeadura foi a realizada em seis de novembro, para todas as cultivares, e a pior foi a realizada em 25 de setembro. As melhores cultivares foram BRS 135 e BRS 133 e as cultivares que menos produziram foram BRS 134 e EMBRAPA 48. Com relação ao peso de 100 sementes, não houve diferença significativa entre as épocas;

na semeadura realizada em 25 de setembro, observou-se, na média geral das cultivares, o menor peso de sementes. As melhores alturas de planta e de inserção de primeira vagem foram alcançadas nas semeaduras do mês de novembro, diferenciando significativamente da demais épocas, e as menores alturas foram alcançadas na semeadura de setembro.

11.4.2 Resposta de genótipos de soja BR 's e COODETEC 's semeados em quatro épocas

O presente trabalho envolveu o estudo de 15 genótipos, sendo seis de cada instituição, mais três padrões para cada ciclo de maturação: precoce, semiprecoce e médio. Os genótipos foram testados em quatro épocas de semeadura, em dois locais, Londrina e Ponta Grossa. O trabalho foi repetido em Cascavel, Toledo e Guarapuava, a cargo da COODETEC.

Os resultados de Londrina mostram que as melhores épocas de semeadura foram as realizadas em 04 e 11 de novembro, seguidas das semeaduras de outubro e dezembro. Na semeadura de 04 de novembro, as melhores cultivares foram: EMBRAPA 59 (4561 kg/ha), EMBRAPA 61 (4168 kg/ha) BRS 134 (4098 kg/ha) e OC 90-1450 (3987 kg/ha). Na semeadura de 20 de novembro, não houve diferença significativa entre os genótipos,

mas todos apresentaram excelentes produções acima de 3350 kg/ha. O mesmo aconteceu na semeadura de dezembro, com produções acima de 3000 kg/ha. Na semeadura de outubro, as produções foram menores que 3100 kg/ha, sobressaindo os genótipos OC 95(10)2429 (3070 kg/ha) e BRS 133 (2739 kg/ha). O peso de 100 sementes não apresentou diferenças estatísticas, quando se variou a época de semeadura. Os maiores pesos de 100 sementes foram alcançados nas semeaduras de 20/11 e 10/12 e os menores pesos nas semeaduras de 10/10 e 04/11. As alturas de planta e de inserção da primeira vagem foram diretamente proporcionais, sendo as melhores nas semeaduras de 20/11 e 10/12.

Os resultados de Ponta Grossa mostraram que as melhores semeaduras foram as realizadas em 23/10, 10/11 e 20/11, que não diferenciaram entre si, mas diferenciaram significativamente da semeadura realizada em 10/12. Na média de cada genótipo, destacaram-se BRS 133, EMBRAPA 59 e OC 91-671. Na semeadura de 23/10, sobressaíram os genótipos EMBRAPA 61 (3122 kg/ha) e BRS 134 (3118 kg/ha); na semeadura de 10/11, os genótipos OC 92-128 (3452 kg/ha), EMBRAPA 59 (3418 kg/ha) e EMBRAPA 61 (3349 kg/ha); na semeadura de 20/11, os genótipos

BRS 133 (3203 kg/ha), EMBRAPA 58 (3100 kg/ha) e BRS 132 (3009 kg/ha); e na semeadura de 10/12, que foi a pior, sobressaíram-se os genótipos OC 91-671, BRS 133 e OC 91-431 (2448 kg/ha). Os genótipos BRS 133, EMBRAPA 59 OC 91-671 e EMBRAPA 61 foram os que mais produziram em Londrina e Ponta Grossa. O maior peso de 100 sementes teve o resultado semelhante ao de Londrina. As alturas de planta e de inserção de primeira vagem foram diretamente proporcionais, como aconteceu em Londrina, e, nesse caso, as maiores alturas foram alcançadas nas semeaduras de 10/11 e 20/11.

11.4.3 Efeito da população de plantas sobre genótipos de soja em duas épocas de semeadura

Trabalho realizado em parceria com a COODETC, envolvendo dez cultivares de soja semeadas em duas épocas, 15/10 e 10/11 e em três populações de plantas, 10, 20 e 30 plantas por metro linear. O estudo foi desenvolvido em quatro locais: Londrina, Ponta Grossa, Toledo e Cascavel. Os resultados observados, em Londrina, mostram efeito significativo apenas para época de semeadura, sendo melhor a realizada em 10 de novembro. Não houve efeito significativo da população de plantas.

